

Q1B

Escola Universitària Politècnica de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Departament de Física Aplicada

PROBLEMAS DE FÍSICA APLICADA ARQUITECTURA TÉCNICA

Enunciados y soluciones



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona
BIBLIOTECA

José Agea
Carlota E. Auguet
Enric Camí
Pere Castellví
Ana Lacasta
Angelina Peñaranda
Laureano Ramírez de la Piscina

Barcelona, Septiembre de 2003

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

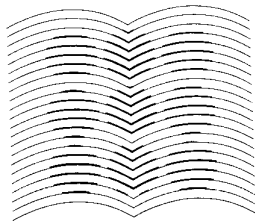
Biblioteca



1400541845

A Física Aplicada

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE CATALUNYA



BIBLIOTECA
EX-LIBRIS

Índice

Enunciados de problemas, soluciones y tablas

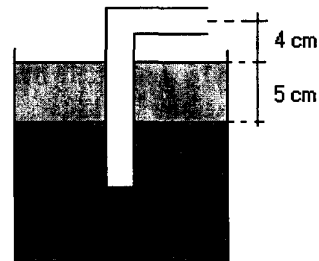
Dinámica de fluidos	7
Elasticidad	11
Temperatura y calor	15
Propagación del calor	23
Corriente alterna	27
Nociones de acústica	31

Exámenes. Enunciados y soluciones	37
--	-----------

Enunciados de problemas, soluciones y tablas

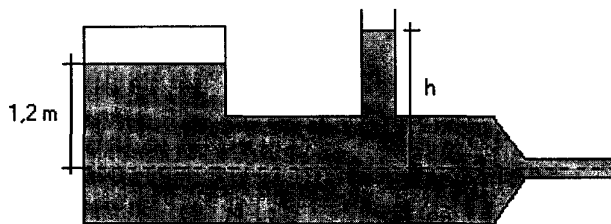
1.- DINÁMICA DE FLUIDOS

1.1.- La figura representa un sifón de agua carbónica (densidad = 1 g/cm^3). En la parte superior del interior del recipiente hay una mezcla de aire y gas carbónico a la presión de 1.5 atm. Calcular la velocidad inicial de salida del agua por el extremo superior del tubo. ($1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$).



R: 9.97 m/s

1.2.- Un depósito de agua consigue una altura de 1.2 m. El depósito contiene además aire comprimido a la presión manométrica de $72 \cdot 10^{-3} \text{ kp/cm}^2$. El tubo horizontal de salida tiene secciones transversales, máxima y mínima, de 18 cm^2 y 9 cm^2 .



a) ¿Qué cantidad de agua sale por segundo?

b) ¿Hasta qué altura h llega el agua en el tubo abierto?

c) Si hacemos un agujero en el depósito en la parte superior, anulando así la presión manométrica, ¿cuál será la nueva altura h' ?

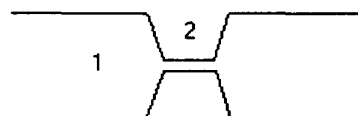
R: a) $G = 5.5 \text{ l/s}$; b) $h = 1.44 \text{ m}$; c) $h' = 0.90 \text{ m}$

1.3.- La diferencia de presión entre el tubo principal y el estrechamiento de un tubo Venturi es 1.1 kp/cm^2 . Las secciones del tubo y del estrechamiento son 900 cm^2 y 450 cm^2 . ¿Cuántos litros por segundo fluyen a través del tubo? El líquido del tubo es agua.

$$A_1 = 900 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 450 \text{ cm}^2$$

R: $G = 763 \text{ l/s}$



1.4.- Un líquido marcha por una tubería horizontal de sección constante a 10 m/s y después pasa por otra tubería también horizontal colocada 5 m por encima de la primera. Si en la entrada el agua se inyecta a 3 atmósferas, calcúlese la velocidad con que saldrá por el final de la segunda tubería.

R: $v=24.7$ m/s

1.5.- Una corriente de agua circula por cierta conducción que termina en otra de diámetro mitad, formando el conjunto un ángulo de 30° con la horizontal. Un manómetro nos señala una diferencia de presión de 10 cm de Hg entre dos puntos situados 1 m antes y después de la unión de ambos tubos. ¿Qué diferencia presentará la velocidad del agua en ambos tubos?

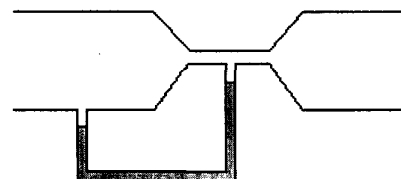
R: $\Delta v = 2.06$ m/s

1.6.- Por un tubo horizontal de sección 9 cm^2 circula agua de mar de densidad 1.083 g/cm^3 . En una sección el área se reduce a $4,5 \text{ cm}^2$. La diferencia de presión entre ambas secciones es de 3.5 p/cm^2 . ¿Cuántos litros de agua saldrán por el tubo por segundo? Despréciase el rozamiento.

R: $G = 0.414$ l/s

1.7.- El tubo representado en la figura tiene una sección transversal de 36 cm^2 en las partes anchas y 9 cm^2 en el estrechamiento. Cada 5 segundos salen del tubo 27 litros de agua.

- Calcular las velocidades v_1 en la parte ancha y v_2 en la parte estrecha del tubo.
- Calcular la diferencia de presiones entre estas partes.
- Calcular la diferencia de alturas entre las columnas de mercurio del tubo en U.



R: a) $v_1 = 1.50 \text{ m/s}$, $v_2 = 6 \text{ m/s}$; b) $\Delta p = 16875 \text{ Pa}$; c) $\Delta h = 13.67 \text{ cm}$

1.8.- Por un tubo de 3 mm de diámetro fluye agua a 20 °C y a una velocidad de 50 cm/s. Calcular el número de Reynolds y determinar la naturaleza del régimen. La viscosidad del agua a 20°C es de 1.005 centipoises.

R: $N_R = 1492.5$, régimen laminar

1.9.- Averíguese el régimen por el que circula un líquido de densidad 1.5 y coeficiente de viscosidad 0.15 poises, a través de un tubo de 3.14 cm² de sección, animado con una velocidad de 115 cm/s.

R: $N_R = 2300$, límite de régimen laminar

1.10.- A través de una tubería lisa de 1 km de longitud y 15 cm de diámetro ha de bombearse aceite de viscosidad 300 centipoises y densidad 0.90 g/cm³ desde un depósito grande abierto a otro. La tubería descarga en el aire en un punto situado a 30 m por encima del nivel de aceite en el depósito de suministro.

a) ¿Qué presión manométrica, en atmósferas, ha de ejercer la bomba para mantener un régimen de 50 litros/s?

b) ¿Cuál es la potencia consumida por la bomba?

R: a) $p_m = 14.5 \text{ atm}$; b) $P = 73.6 \text{ kW}$

densidades

Sustancia	g/cm ³	kg/cm ³
aire (0 °C, 1 atm)	1.3·10 ⁻³	1.3
agua (4 °C, 1 atm)	1	1000
agua de mar	1.03	1030
aluminio	2.7	2700
hierro/acero	7.8	7800
latón	8.6	8600
plomo	11.3	11300
mercurio	13.6	13600

unidades de presión

Pascal (Pa) = N/m²

baria ó

baría = dyn/cm

1 N/cm² = 10 dyn/cm²

atmósfera

1 atm = 1.0133·10⁵ N/m² = 1.0333 kp/cm²

mm Hg (tor)

1 atm = 760 mm Hg

bar

1 bar = 10⁵ N/m² = 10⁶ baria

milibars (mb)

1 mbar = 100 N/m²

1 atm = 1013.3 mb

kp/cm² (atmósfera técnica) = 98060 N/m²

mm columna de agua

1 mm c.a. = 9.81 Pa

2.- ELASTICIDAD

2.1.- Un alambre de acero de 3 m de longitud y 63 mm^2 de sección se alarga 3 mm cuando se somete a una tensión de 1260 kp.

- a) ¿Cuál es el módulo de Young de este acero?
- b) ¿Cuánto vale la energía elástica almacenada por unidad de volumen?

R: a) $Y = 2 \cdot 10^4 \text{ kp/mm}^2$. b) $W = 9.8 \cdot 10^4 \text{ J/m}^3$

2.2.- Un alambre de cobre de 8 m de longitud, y un alambre de acero de 4 m de longitud, cada uno con una sección transversal de 62.5 mm^2 , se sujetan por los extremos y se someten a una tensión de 50 kp.

- a) ¿Cuál es la variación de longitud de cada alambre?
- b) ¿Cuál es la energía potencial elástica del sistema?

$$Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^4 \text{ kp/mm}^2$$

$$Y_{\text{cobre}} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ kp/mm}^2$$

R: a) $\Delta l_1 = 0.58 \text{ mm}$; $\Delta l_2 = 0.16 \text{ mm}$ b) $U = 0.18 \text{ J}$

2.3.- Un hilo de 80 cm de largo y 3 mm de diámetro se estira 0.3 mm mediante una fuerza F de 20 N. Si otro hilo del mismo material, temperatura e historia previa tiene una longitud de 180 cm y un diámetro de 8 mm ¿qué fuerza F' se requerirá para alargarlo hasta una longitud de 180.1 cm?

R: $F' = 210.7 \text{ N}$

2.4.- Un alambre de cobre de 31 cm de largo y 0.5 mm de diámetro está unido a un alambre de latón de 108 cm de largo y 1 mm de diámetro. Si una determinada fuerza deformadora produce un alargamiento de 0.5 mm al conjunto total, ¿cuál es el alargamiento de cada parte?

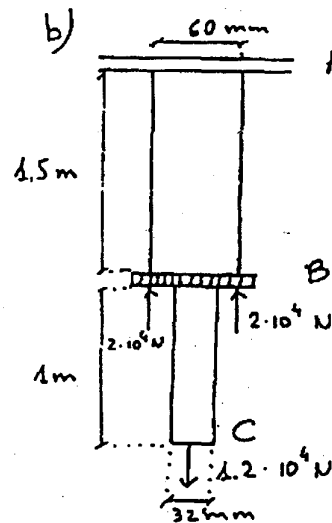
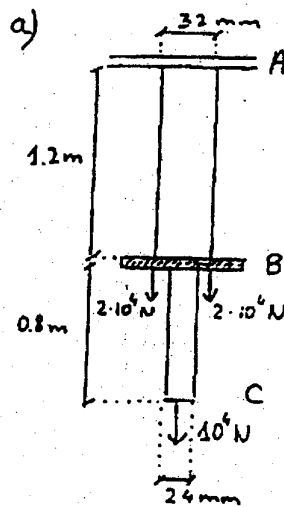
$$Y_{\text{cobre}} = 11 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

$$Y_{\text{latón}} = 9 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

R: $\Delta l_{\text{cobre}} = 0.24 \text{ mm}$; $\Delta l_{\text{latón}} = 0.26 \text{ mm}$.

2.5.- Dos varillas sólidas de sección circular están soldadas en B como se muestra en la figura a). Determinar el esfuerzo normal en el punto medio de cada varilla.

R: $\Delta_{AB} = 6.18 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$; $\Delta_{BC} = 2.21 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$



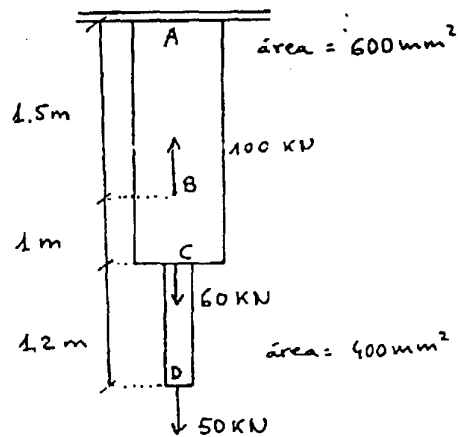
2.6.- Dos varillas sólidas de sección circular están soldadas en B como se muestra en la figura b). Si la varilla AB es de aluminio, con módulo de Young $Y_a = 7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$, y la varilla BC es de cobre, con $Y_c = 12 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$, determinar la variación de longitud de ambas varillas y el desplazamiento del punto C.

R: $\Delta l_{AB} = -2.12 \cdot 10^{-4} \text{ m}$; $\Delta l_{BC} = 1.24 \cdot 10^{-4} \text{ m}$; $\Delta l_C = -0.88 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

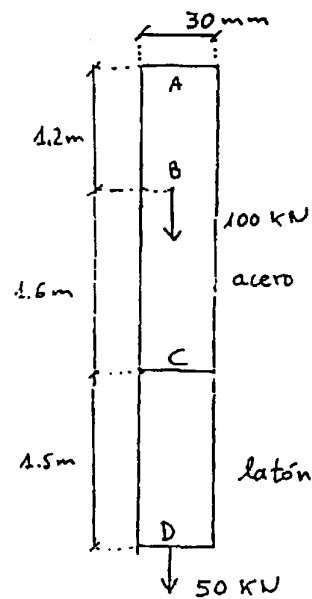
2.7.- La varilla ABCD (figura c) está hecha de una aleación de aluminio con $Y = 70 \text{ GPa}$. Para la carga mostrada, y despreciando el peso propio de la varilla, hallar la variación de longitud del conjunto.

R: $\Delta l_D = 5.12 \text{ mm}$

c)



d)



2.8.- La varilla de acero ABC, de 30 mm de diámetro, y la varilla de latón CD, del mismo diámetro, están unidas en el punto C para formar la varilla de longitud ABCD (figura d). Para la carga mostrada, y despreciando el peso propio de la varilla, hallar la variación de longitud del conjunto.

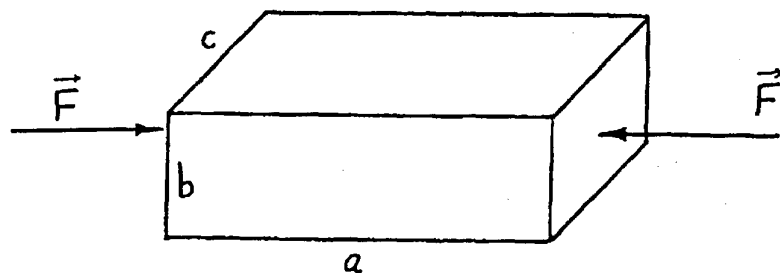
$$Y_{\text{acero}} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$Y_{\text{latón}} = 1.05 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$\text{R: } \Delta l_D = 2.762 \text{ mm}$$

2.9.- Se aplican fuerzas de compresión a dos caras opuestas de un bloque rectangular de volumen $V = a \cdot b \cdot c$. La disminución relativa de la longitud del bloque es 0.001, y la disminución relativa de volumen 0.0005. Calcúlese el coeficiente de Poisson del material del que está hecho el cubo.

$$\text{R: } \mu = 0.25$$



2.10.- En cada extremo de una barra horizontal de 1.5 m de largo, 1.6 cm de ancho y 1 cm de alto se aplica una fuerza de tracción de 2800 N. El módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material de la barra son $Y = 2 \cdot 10^{10}$ Pa y $\mu = 0.3$. Calcular:

- a) La deformación unitaria longitudinal de la barra.
- b) La variación de la anchura y la altura.
- c) La variación relativa de volumen.
- d) La energía potencial elástica almacenada en la barra.

R: a) $\epsilon = 8.75 \cdot 10^{-4}$; b) $\Delta l_{\text{ancho}} = -4.2 \cdot 10^{-6}$ m; $\Delta l_{\text{alto}} = -2.63 \cdot 10^{-6}$ m ; c) $\Delta v/v = 3.5 \cdot 10^{-4}$; d) $U = 1.84$ J

2.11.- Un cubo de gelatina de 30 cm de arista tiene una cara sujeta mientras que a la cara opuesta se le aplica una fuerza tangencial de 1 N. La superficie a la que se aplica la fuerza se desplaza 1 cm.

- a) ¿Cuál es el esfuerzo tangencial o tensión de cizalladura?
- b) ¿Cuál es la deformación de cizalladura?
- c) ¿Cuál es el módulo de cizalladura o de rigidez?

R: a) $\tau = 11.1$ Pa ; b) $\gamma = 0.03$ rad ; c) $G = 333$ Pa

2.12.- Dos bandas metálicas se mantienen unidas mediante cuatro remaches que tienen cada uno un diámetro de 6 mm. ¿cuál es la tensión máxima que puede ejercerse por la banda remachada, si el esfuerzo cortante sobre los remaches no ha de exceder de 7.2 kp/mm²? Supóngase que cada remache soporta una cuarta parte de la carga.

R: 814.3 kp

3.- TEMPERATURA Y CALOR

3.1.- ¿A qué temperatura centígrada corresponden 22 °F?

R: 5.6 °C

3.2.- El diámetro de una tubería de cobre medido a 15 °C es de 38.20 mm. ¿Cuál será su diámetro cuando transporte agua a 80 °C?

Coeficiente de dilatación del cobre $\alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

R: 38.24 mm

3.3.- Una varilla de metal de 1 m de largo aumenta su longitud en 1.38 mm al calentarlo desde 0°C hasta 82 °C. ¿Cuál es el coeficiente de dilatación lineal de este metal en $(^\circ\text{C})^{-1}$ y en $(^\circ\text{F})^{-1}$?

R: $\alpha = 16.8 \cdot 10^{-6} (^\circ\text{C})^{-1} = 9.35 \cdot 10^{-6} (^\circ\text{F})^{-1}$

3.4.- Si un carril de acero de una vía se coloca cuando la temperatura es de 35°F, ¿qué holgura habrá que dejar entre cada sección normal de carril de 11.856 m y el próximo, si se tocan justamente cuando la temperatura es de 110°F?

R: 5.928 mm

3.5.- Un depósito hueco esférico de acero tiene un diámetro de exactamente 1 m a 0 °C. Encontrar el incremento de diámetro, superficie y volumen cuando se calienta a 100 °C al entrar vapor en la esfera a 1 atmósfera de presión. Coeficiente de dilatación lineal del acero $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} (^\circ\text{C})^{-1}$.

R: $\Delta l = 12 \cdot 10^{-4} \text{ m}$; $\Delta S = 0.754 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$; $\Delta V = 1.88 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

3.6.- Una varilla metálica de 30.0 cm de longitud se dilata 0.075 cm al elevar su temperatura de 0°C a 100 °C. Una varilla de igual longitud de un metal distinto se dilata 0.045 cm para la misma elevación de temperatura. Uniendo dos trozos de cada uno de estos metales se construye una tercera varilla de igual longitud que las anteriores, la cual se dilata 0.065 cm entre 0°C y 100 °C. Hállese la longitud de cada uno de los trozos utilizados.

R: 1^{er} metal 20 cm ; 2° metal 10 cm

3.7.- El volumen del sistema de calefacción por agua caliente de una casa es equivalente al de un tubo de acero de 25 mm de diámetro interior y 10 km de longitud. ¿Cuánto espacio se necesitará en el depósito de expansión, si el sistema se llena a 4 °C y se calienta hasta 90°C?

$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$

Densidad del agua a 4 °C = 1000 kg/m³

Densidad del agua a 90 °C = 965.3 kg/m³

R: $\Delta V = 0.161 \text{ m}^3$

3.8.- Un tubo de acero tiene un diámetro exterior de 3.000 cm a temperatura ambiente (20 °C). Un tubo de latón tiene un diámetro interno de 2.997 cm a la misma temperatura. ¿A qué temperatura deben calentarse los extremos de los tubos si se quiere insertar el tubo de acero dentro del tubo de latón?

R: $T_f = 156.23 \text{ °C}$

3.9.- Una barra de acero de 0.04 m² de sección recta y 1m de longitud se encaja sin holgura entre dos soportes fijos cuando la temperatura es de 0 °C. Si se calienta la barra a 100 °C ¿que fuerza ejercerá la barra sobre cada soporte? Coeficiente de dilatación lineal del acero $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$. Módulo de Young $Y = 2.0 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$.

R: $-96 \cdot 10^5 \text{ N}$, (compresión)

3.10.- Una barra de acero de 40 cm de longitud y una barra de cobre de 35 cm de longitud, ambas del mismo diámetro, se encuentran colocadas una a continuación de la otra entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial. Si la temperatura de las barras se eleva 50°C . ¿Cuál es el esfuerzo en cada una de ellas?

Datos: $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, $\alpha_{\text{acero}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$;

$Y_{\text{cobre}} = 1.2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, $\alpha_{\text{cobre}} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

R: $\sigma_a = \sigma_{cu} = -1.1 \cdot 10^8 \text{ Pa}$

3.11.- Una barra de acero de 20 cm de longitud y 6 cm^2 de sección se suelda a una barra de latón de 40 cm de longitud y 12 cm^2 de sección, colocándose el conjunto entre dos paredes rígidas a 20°C . Calcular el desplazamiento del punto B de unión de ambas barras cuando la temperatura es de 150°C .

Datos: $Y_{\text{acero}} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, $\alpha_{\text{acero}} = 1.25 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$;

$Y_{\text{latón}} = 1.05 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, $\alpha_{\text{latón}} = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

R: B se desplaza $1.126 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ hacia la izquierda

$$0 = \alpha \Delta T l + \frac{F l}{S Y} + \alpha \Delta T l + \frac{F l}{S Y}$$

$$\Delta l = \frac{F l}{S Y} + \alpha \Delta T l$$

3.12.- Una barra de acero de 20 cm de longitud y 4 cm^2 de sección se encuentra entre dos paredes rígidas sin ninguna holgura. Calcular las fuerzas de reacción R_a y R_b que ejercen las paredes rígidas en los casos siguientes:

a) Se produce un aumento de temperatura de 20°C .

b) Se mantiene la temperatura constante, pero se aplica en el punto C, situado a 5 cm del extremo izquierdo, una fuerza $F=1000 \text{ N}$ hacia la izquierda.

c) Simultáneamente se aplica la fuerza de 1000 N en el punto C y se aumenta la temperatura 20°C .

Datos: $Y = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

R: a) $R_A = R_B = 19200 \text{ N}$ compresión ; b) $R_A = 750 \text{ N}$ compresión, $R_B = 250 \text{ N}$ tracción;

c) $R_A = 19950 \text{ N}$ compresión, $R_B = 18950 \text{ N}$ compresión

3.13.- ¿Cuánto calor hará falta para calentar desde 8 °C hasta 16 °C el agua de una piscina de 15 X 30 m², de 2 m de profundidad?

R: 72·10⁵ Kcal

3.14.- Un depósito acumulador termoaislado tiene forma de cilindro de 1.5 m de altura y 50 cm de radio, y contiene 500 l de agua. El material aislante hace que se pierdan sólo 23 Kcal por m² de superficie cada hora. ¿Cuánto tiempo tardará en bajar 10 °C la temperatura del agua del acumulador?

R: 34 horas

3.15.- Si se mezclan 200 l de agua a 80 °C con 100 l a 40 °C, ¿cuál será la temperatura de la mezcla, suponiendo que no hay pérdidas exteriores?

R: 66.7 °C

3.16.- ¿Cuántos kg de hielo a 0 °C hay que añadir a 5 kg de agua a 100 °C, situados en un recipiente aislado de aluminio de 2 kg, para enfriar el recipiente y su contenido hasta 25°C?

R: 3.87 Kg

3.17.- Un pedazo de plomo de 200 g se calienta a 90 °C y se echa en 500 g de agua inicialmente a 20 °C. Despreciando la capacidad calorífica del recinto, determinar la temperatura final del plomo y del agua.

R: 20.9 °C

3.18.- Una pieza de fundición de 50 kg se saca de un horno donde su temperatura es de 500°C y se introduce en un tanque que contiene 400 kg de aceite a la temperatura de 25 °C.

La temperatura final es de 30°C, y el calor específico del aceite es de 0.5 kcal/kg°C. ¿Cuál es el calor específico de la fundición? Despréciase la capacidad calorífica del tanque y todas las pérdidas caloríficas.

R: $c_f = 0.0425 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$

3.19.- Un bloque de hierro de 2 kg se saca de un horno donde su temperatura es de 650 °C, y se coloca sobre un gran bloque de hielo a 0 °C. Suponiendo que todo el calor cedido por el hierro se utiliza para fundir el hielo, ¿Cuánto hielo se fundirá?

R: $m_h = 1.79 \text{ kg}$

3.20.- a) Un calorímetro de aluminio de 200 g contiene 500 g de agua a 20 °C. Dentro del recipiente se introduce un trozo de hielo de 100 g enfriado a -20 °C. Determinar la temperatura final del sistema suponiendo que no hay pérdidas caloríficas. Para el calor específico del hielo tómese 0.5 cal/kg°C.

b) Si se añade un segundo trozo de hielo de 200 g a -20 °C, ¿cuánto hielo queda en el sistema, una vez se ha alcanzado el equilibrio?

c) ¿Sería distinta la respuesta del apartado b) si ambos trozos se agregaran al mismo tiempo?

R: a) $T_f = 2.9 \text{ } ^\circ\text{C}$; b) $m_h = 201.7 \text{ g}$; c) No

Coefficientes típicos de dilatación lineal de materiales comerciales a temperaturas próximas a la ambiente (por grado C)

Aluminio	24 $\cdot 10^{-6}$	Magnesio	26 $\cdot 10^{-6}$
Boquilla	28	Níquel	13
Latón o bronce	19	Roble (transversal a fibras)	54
Ladrillo	9	Roble (paralelo a fibras)	5
Cobre	17	Pino (transversal a fibras)	34
Vidrio (ordinario)	9	Pino (paralelo a fibras)	5
Vidrio (Pyrex)	3	Plástico	8,9
Oro	14	Cuarzo (fundido)	0,4
Granito	8	Plata	19
Hielo	31	Soldadura (blanca)	25
Invar (Ni 36 % - Fe 64 %)	0,9	Acero	12
Hierro (fundido)	11	Esmalte	30
Plomo	29	Tungsteno	4,3

Sustancia		Coef. dilatación $\alpha/10^{-6} K^{-1}$	Sustancia		Coef. dilatación $\alpha/10^{-6} K^{-1}$
Metales					
Aluminio	100 K	13,8	Bronce fosforoso	283-373 K	17,5
	273 K	23,0			
	573 K	29,8	Acero (al carbono típico)		~11
	293-393 K	23,8		(Inoxidable 18/8)	16,4
	293-573 K	25,7	Diversos		
Cobre	293-873 K	26,7	Ladrillos		~8
	temperatura ambiente	17	Vidrio (de sosa blando)		8,5
Plomo	273-1273 K	20	Vidrio (Pyrex)		3,3
	temperatura ambiente	29	Hielo		61
Plata	273-593 K	33	Nylon	293 K	100
	106 K	15,0	Poliétileno	293 K	260
	186 K	17,1			
	273 K	18,3	Poliéstereno		85
	373 K	19,2	Sal común		40,4
Zinc (láminas)	773 K	23,1	Silica fundida		0,8
	1073 K	28,0	Cuarzo (paralelo al eje)		7,5
	paralelamente a la laminación	~31	Cuarzo (perpendicular al eje)		13,7
		perpendicularmente a la laminación	~220	Madera (valor típico)	
Aléaciones					
Latón	273-373 K	19,3	a lo largo de sus fibras		2-6
Invar	293 K	0,9	perpendicularmente a sus fibras		32-66
	773 K	8			

Coefficientes de dilatación cúbica y densidades de líquidos a temperaturas próximas a la ambiente

Líquido	β	Densidad a 20 °C
Alcohol etílico	112 $\cdot 10^{-6} K^{-1}$	791 kg/m³
Alcohol metílico	120	792
Benceno	124	877
Tetracloruro de carbono	124	1.595
Eter etílico	166	714
Glicerina	31	1.261
Mercurio	18,2	13.546
Tremendina	97	873

Calores específicos de sólidos y líquidos
(en kcal/kg °C o BTU/lb °F)

Sólidos orgánicos	Sólidos no metálicos	Líquidos
Aluminio 0,212	Hielo 0,48	Agua 1,0
Ladrón 0,090	Arcilla 0,22	Alcohol etílico 0,6
Cobre 0,094	Carbón 0,3	Gasolina 0,5
Oro 0,031	Hormigón 0,16	Mercurio 0,01
Hierro y acero 0,11	Vidrio 0,12-0,20	Ácido mineral 0,5
Plomo 0,031	Caliza 0,22	Alcohol metílico 0,6
Platino 0,032	Mármol 0,21	Aceite de oliva 0,5
Plata 0,056	Parafina 0,69	Petróleo 0,5
Estaño 0,055	Gema 0,48	Agua del mar 0,9
Cinc 0,094	Madera 0,3-0,7	Triclorina 0,4

Temperaturas y calores latentes de fusión y vaporización a una atmósfera de presión

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Calor latente de fusión (kcal/kg)	Punto de ebullición (°C)	Calor latente de vaporización (kcal/kg)
Agua	0	79,70	100	539,2
Amoníaco	-75	108,0	-34	327,1
Helio	—	—	-269	5,97
Hidrógeno	-259	15,0	-253	206,7
Metano	-182	14,5	-161	138
Nitrógeno	-210	6,2	-196	47,8
Oxígeno	-219	3,3	-183	51
Alcohol etílico	-115	24,9	79	204,3
Alcohol metílico	-98	22,0	65	262,8
Aluminio	660	93,0	2056	2000
Cobre	1083	50,6	2595	1760
Oro	1063	16,1	2966	446
Hierro	1539	45	2740	1620
Plomo	327	6,3	1744	222
Mercurio	-39	2,7	357	71
Platino	1774	27,1	4407	640
Plata	960	24,3	2212	552
Estaño	232	14,4	2270	650
Tungsteno	3400	44	5927	1180
Cinc	419	24,1	907	362

Valores típicos de calores de combustión

Sustancia	Kcal/kg	BTU/lb
Combustibles sólidos		
Antracita	8 000	14 400
Carbón bituminoso	7 500	13 500
Coque	6 000	11 000
Madera de pino	4 500	8 000
Combustibles líquidos		
Gasolina	11 400	20 500
Petróleo	11 200	20 000
Aceite diesel	10 500	19 000
Alcohol	6 400	11 500
Componentes alimenticios		
Proteínas	4 000	7 200
Carbohidratos	4 000	7 200
Grasas	9 000	17 000

4.- PROPAGACIÓN DEL CALOR

4.1.- ¿Cuánto calor se propaga en 24 horas a través de un vidrio de $3 \times 4 \text{ m}^2$ de superficie y un espesor de 5 mm, si las temperaturas en las superficies son 60 y 50°C ?

Coeficiente de conductividad térmica del vidrio $K = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/s m } ^\circ\text{C}$.

R: 290304 kcal

4.2.- Una lámina de aislador térmico tiene 100 cm^2 de sección transversal y 2 cm de espesor. Su conductividad térmica es $2 \cdot 10^{-4} \text{ cal/s}\cdot\text{cm}\cdot^\circ\text{C}$. Si la diferencia de temperaturas entre las caras opuestas es 100°C , ¿cuántas calorías pasarán a través de la lámina en un día?

R: 86400 cal por día

4.3.- Una pared plana de hormigón, de 6 m^2 de superficie, tiene un espesor de 50 cm. Si las temperaturas de sus caras son 75°C y 10°C respectivamente,

a) Calcular el flujo de calor por unidad de tiempo que atraviesa dicha pared, en watt y en cal/s

b) A igualdad de superficie, ¿qué espesor de lana de vidrio tendría la misma resistencia térmica que la pared de hormigón?

Datos: hormigón $k = 0.8 \text{ W/Km}$

lana de vidrio $k = 0.04 \text{ W/Km}$.

R: a) $H = 624 \text{ W}$ $W = 0.149 \text{ kcal/s}$; b) 2.5 cm

4.4.- Una determinada pared compuesta, de 2 m^2 de superficie, está constituida por ladrillo de 0.3 m de espesor con una lámina de fibra de vidrio adosada de 3.6 cm de espesor. Las temperaturas de las caras vistas del ladrillo y de la fibra de vidrio son 40°C y 15°C respectivamente, y las conductividades térmicas valen $k_1 = 1.5 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ (ladrillo) y $k_2 = 0.09 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ (fibra de vidrio).

- a) Calcular la resistencia térmica de la pared de ladrillo, la correspondiente a la lámina de fibra de vidrio, y la resistencia térmica equivalente de la pared compuesta.
- b) Hallar el flujo de calor por unidad de tiempo.
- c) Hallar la temperatura de la cara de la pared de ladrillo en contacto con la fibra de vidrio.
- d) Representar gráficamente la temperatura en función del espesor de la pared.

R: a) $R_1 = 0.1 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_2 = 0.2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_e = 0.3 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$

b) $H = 83.3 \text{ kcal/h}$ c) $T_1 = 31.7 \text{ } ^\circ\text{C}$

4.5.- Una pared de ladrillo ($k = 0.6 \text{ W/K m}$), de 15 cm de espesor y 6 m^2 de superficie, está en contacto con el aire por los dos lados. La temperatura del aire próximo a una de las caras de dicha pared es $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ y la temperatura de la otra cara de la pared se mantiene a $30 \text{ } ^\circ\text{C}$. Si el coeficiente de convección del aire en contacto con la pared vale $h = 18 \text{ W/K} \cdot \text{m}^2$, calcular:

- a) La resistencia térmica de cada proceso.
- b) El flujo de calor por unidad de tiempo.
- c) La temperatura de la cara de la pared en contacto con el aire a $50 \text{ } ^\circ\text{C}$, y la temperatura del aire en contacto con la cara de la pared que está a $30 \text{ } ^\circ\text{C}$.

R: a) $R_{01} = 0.0093 \text{ K/W}$, $R_{12} = 0.0417 \text{ K/W}$, $R_{23} = R_{01}$; b) $H = 392.2 \text{ W}$

c) $T_1 = 46.35 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T_3 = 26.35 \text{ } ^\circ\text{C}$

4.6.- Un recipiente contiene vapor de agua a $600 \text{ } ^\circ\text{C}$. La pared es compuesta y está formada por un espesor de 0.3 m de ladrillos refractarios ($k_1 = 1.5 \text{ kcal/ h m } ^\circ\text{C}$) y un espesor de 0.04m de fibra de vidrio ($k_2 = 0.09 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$). Los coeficientes de convección son: del vapor a la pared de ladrillo, $h_1 = 25 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, y de la pared de fibra de vidrio al ambiente, $h_2 = 10 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, con una temperatura ambiente de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Se supone que se ha alcanzado el estado estacionario. Si se considera una superficie de pared de 2 m^2 , calcular:

- a) Las resistencias térmicas de los componentes y la total.
- b) El flujo de calor por unidad de tiempo.
- c) La temperatura de la pared de ladrillo en contacto con el vapor.

- d) La temperatura de la superficie de contacto ladrillo-fibra de vidrio.
 e) La temperatura de la pared de fibra de vidrio en contacto con el aire exterior.

R: a) $R_{12} = 0.02 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_{23} = 0.10 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_{34} = 0.22 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_{45} = 0.05 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_T = 0.392 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$; b) $H = 1478.75 \text{ kcal/h}$;
 c) $T_2 = 570.4 \text{ } ^\circ\text{C}$; d) $T_3 = 422.5 \text{ } ^\circ\text{C}$; e) $T_4 = 93.9 \text{ } ^\circ\text{C}$

4.7.- La pared de una habitación que da a la calle tiene una superficie total de 10 m^2 es de ladrillos, de espesor $L_t = 20 \text{ cm}$ y conductividad térmica $K_t = 1.5 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$; tiene una ventana de 2 m^2 con un vidrio de espesor $L_v = 0.5 \text{ cm}$ y conductividad térmica $k_v = 0.9 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$. La habitación está a $17 \text{ } ^\circ\text{C}$, la temperatura en la calle es $0 \text{ } ^\circ\text{C}$, y se supone que sólo hay convección entre la fachada y el aire exterior, siendo el coeficiente de convección $h = 10 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Calcular:

- a) Las resistencias térmicas (conducción y convección) del ladrillo y del vidrio, y la resistencia térmica equivalente de toda la pared.
 b) El flujo de calor por unidad de tiempo.
 c) Las temperaturas exteriores de la fachada (ladrillo y vidrio).
 d) La fracción de flujo calorífico que se pierde por la ventana.

R: a) $R_t = 0.0292 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_v = 0.0528 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$, $R_e = 0.0188 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$;
 b) $H = 904.25 \text{ kcal/h}$; c) $T_2 = 7.3 \text{ } ^\circ\text{C}$ (ladrillo), $T_3 = 16.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ (vidrio); d) 36 %

4.8.- Una barra de 2 m de longitud está formada por un núcleo macizo de acero de 1 cm de diámetro, rodeado de una envoltura de cobre cuyo diámetro exterior es de 2 cm. La superficie exterior de la barra (superficie lateral) está aislada térmicamente. Uno de sus extremos se mantiene a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ y el otro a $0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

- a) Calcular el flujo de calor total en la barra.
 b) ¿Qué fracción es transportada por cada sustancia?

R: a) 1.13 cal/s ; b) 4 % acero, 96 % cobre

- 4.9.- Una tubería de 4 cm de radio interior y 8 cm de radio exterior está constituida por una capa interior de cobre de 2 cm de espesor y una capa exterior aislante ($K = 5.6 \cdot 10^{-4} \text{ cal/cm}^\circ\text{C}$) también de 2 cm de espesor. La tubería conduce vapor de agua a 300°C , y la temperatura del aire en el exterior del tubo es de 20°C . El coeficiente de convección entre la superficie exterior y el aire es de $10 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Calcular
- El flujo de calor correspondiente a 1 m de tubería.
 - La temperatura de 6 a 8 cm del centro.
 - Indicar cuáles son las superficies isotermas.

R: a) $H = 182.53 \text{ cal/s}$; b) $T_1 = 299.9^\circ\text{C}$, $T_2 = 150.7^\circ\text{C}$;

Valores térmicos del coeficiente de conductibilidad térmica k
a temperaturas próximas a 20°C

Sustancia	$\frac{\text{kcal}}{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{grad } ^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{B.T.U.} \cdot \text{pulg.}}{\text{h} \cdot \text{pie}^2 \cdot \text{grad } ^\circ\text{F}}$
Metales		
Plata	0.101	2930
Cobre	0.092	2680
Oro	0.070	2030
Latón	0.026	750
Hierro y acero	0.011	320
Aluminio	0.048	1390
Mercurio líquido	0.0015	44
Sólidos no metálicos		
Ladrillo común	1.7×10^{-4}	5.0
Hormigón	4.1×10^{-4}	12.0
Madera (transversal a la fibra)	0.3×10^{-4}	0.9
Vidrio	1.4×10^{-4}	4.0
Hielo	5.3×10^{-4}	15.4
Materiales porosos		
Aislante de mantas de fibra	0.09×10^{-4}	0.27
Lana de vidrio o lana mineral	0.09×10^{-4}	0.27
Serrín	0.14×10^{-4}	0.41
Tablero de corcho	0.10×10^{-4}	0.30
Líquidos		
Agua	1.43×10^{-4}	4.15
Alcohol etílico	0.42×10^{-4}	1.23
Gases		
Aire	0.056×10^{-4}	0.16
Hidrógeno	0.100×10^{-4}	1.16

5.- CORRIENTE ALTERNA

5.1.- Un generador, que tiene una amplitud de voltaje constante de 50 V y una pulsación de 1000 rad/s, se conecta a los extremos de un circuito en serie formado por una resistencia de $300\ \Omega$ y un condensador de $2\ \mu\text{F}$. Determinar

- a) La impedancia del circuito.
- b) La amplitud de intensidad.
- c) La diferencia de fase entre el voltaje y la intensidad.

R: a) $Z = 583.09\ \Omega$; b) $I_0 = 0.086\ \text{A}$; c) $\varnothing = -59^\circ$

5.2.- Un circuito de corriente alterna consta de una bobina real de $0.04\ \text{H}$ y $30\ \Omega$, y de un condensador de $4\ \mu\text{F}$, asociados en serie. Si está alimentado por un generador que suministra una tensión máxima de 100 V y 60 Hz, calcular

- a) La pulsación de la señal alterna, ω
- b) La impedancia total del circuito así como el desfase total.
- c) La intensidad máxima que atraviesa el circuito.

R: a) $\omega = 120\pi\ \text{rad/s}$; b) $Z = 649.1\ \Omega$, $\varnothing = -87.35^\circ$; c) $I_0 = 0.154\ \text{A}$

5.3.- Un circuito está formado por una resistencia óhmica de $27\ \Omega$, un condensador de $12\ \mu\text{F}$ y una bobina real cuya resistencia es de $14\ \Omega$ y de autoinducción $0.15\ \text{H}$, conectados en serie a un generador de 220 V de tensión máxima. Calcúlese la impedancia total del circuito, la intensidad y el desfase que la impedancia provoca entre la corriente y la tensión en los dos casos siguientes:

- a) Cuando la frecuencia de la tensión es de 1100 Hz.
- b) Cuando es de 55 Hz.

R: a) $Z = 1025.49\ \Omega$, $I_0 = 0.21\ \text{A}$, $\varnothing = 87.7^\circ$; b) $Z = 193.69\ \Omega$, $I_0 = 1.14\ \text{A}$, $\varnothing = -77.8^\circ$

5.4.- Un circuito está constituido por una resistencia óhmica de $100\ \Omega$, una reactancia inductiva (inductancia) de $400\ \Omega$ y una reactancia capacitiva (capacitancia) de $200\ \Omega$, conectados en paralelo. Si se aplica al conjunto una tensión de 220 V , calcular:

- a) La intensidad que circula por cada una de las ramas del circuito.
- b) La intensidad total.
- c) La impedancia y la admitancia equivalente de todo el circuito.
- d) El desfase entre la tensión aplicada y la intensidad total.
- e) La potencia disipada en cada uno de los elementos y la potencia total.

R: a) $I_R = 2.2\text{ A}$, $I_L = 0.55\text{ A}$, $I_C = 1.10\text{ A}$;

b) $I = 2.27\text{ A}$

c) $Z = 96.92\ \Omega$, $Y = 1.03 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1}$

d) I adelantada respecto a V : $\varnothing = -14^\circ$

e) $P_L = P_C = 0\text{ W}$, $P_R = 484\text{ W} = P_T$

5.5.- Una impedancia tiene un factor de potencia de 0.6 y está conectada a una tensión de 2500 V con una frecuencia de 50 Hz , consumiendo una intensidad de 7.6 A .

- a) Calcular la potencia que consume la impedancia.
- b) Corregir el factor de potencia.
- c) Una vez corregido el factor de potencia, determinar la intensidad total en la línea.

R: a) $P = 11400\text{ W}$; b) $C = 7.76\ \mu\text{F}$; c) $I = 4.56\text{ A}$

5.6.- Se emplea un condensador variable para sintonizar un receptor en la banda de radiotransmisión. Se conecta en serie con una bobina de $2.5 \cdot 10^{-4}\text{ H}$ y resistencia despreciable. La frecuencia más baja que se desea sintonizar es de $5.5 \cdot 10^5\text{ Hz}$ y debe ser la frecuencia más baja del circuito LC. ¿Cuál debe ser la capacidad máxima del condensador variable?

R: $C_{\max} = 334.95\text{ pF}$

5.7.- El circuito de un tubo fluorescente está constituido por el tubo, elemento que podemos considerar puramente resistivo, y una reactancia, que se comporta como una bobina real, conectados en serie. Se aplica una tensión eficaz de 220 V y frecuencia 50 Hz a los extremos del circuito, midiéndose una diferencia de potencial en bornes del tubo de 120 V. y de 170 V en los extremos de la reactancia. Si la intensidad que pasa por el circuito es de 0.44 A, calcular:

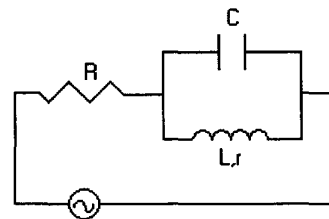
- El desfase entre la intensidad y el voltaje en los bornes de la reactancia.
- El valor de la resistencia y de la inductancia de la bobina.
- La resistencia que presenta el tubo.
- El desfase existente entre la intensidad y el voltaje total y el valor de la capacidad del condensador que hay que conectar en paralelo con el circuito para corregir este desfase.
- La potencia consumida por el tubo y por el circuito total.

R: a) $\phi_{\text{bornes reactancia}} = 82.8^\circ$; b) $R_b = 49.29 \Omega$, $X_B = 383.34 \Omega$

c) $R = 272.73 \Omega$; d) $\phi_{\text{total}} = 50^\circ$, $C = 4.9 \mu\text{F}$; e) $P_{\text{tubo}} = 52.8 \text{ W}$, $P_{\text{total}} = 62.2 \text{ W}$

5.8.- En el circuito de la figura la resistencia tiene un valor de 300Ω , C representa un condensador de capacidad de $50 \mu\text{F}$ y la bobina es de 100Ω y 0.5 H . Determinar

- el valor eficaz de la tensión aplicada sabiendo que la pulsación es de 200 s^{-1} y que por R circula una intensidad eficaz de 1 A.
- El desfase total entre V e I.
- La potencia total y la consumida por cada elemento



R: a) $V = 412.3 \text{ V}$

b) I adelantada respecto a V : $\phi = -14^\circ$

c) $P_{\text{total}} = 400 \text{ W}$; $P_{\text{resistencia}} = 300 \text{ W}$; $P_{\text{bobina}} = 100 \text{ W}$; $P_{\text{condensador}} = 0 \text{ W}$.

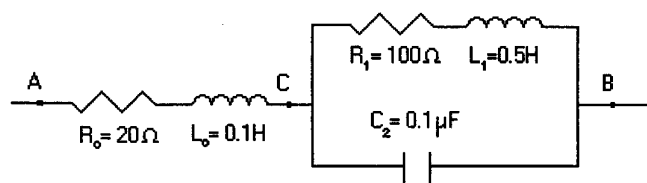
5.9.- Un circuito absorbe 330 W de una línea de corriente alterna a 100 V y 60 Hz . El factor de potencia es 0.6 y la corriente está retrasada respecto al voltaje. Hallar:

- a) la capacidad del condensador conectado en paralelo que proporcione un factor de potencia igual a la unidad.
 b) La potencia que en este caso se absorbe de la línea

R: a) $C = 96.4 \mu\text{F}$, b) 330 W

5.10.- El circuito de la figura está conectado a un generador de corriente alterna de 50 Hz de frecuencia, siendo la tensión medida en los bornes de la resistencia $R_1 = 100 \Omega$ de 110 V. Se pide:

- a) La impedancia de la rama con R_1 y L_1 .
 b) La intensidad por la rama 1 así como la ddp entre los puntos C y B.
 c) La intensidad por el condensador C_2 .
 d) La impedancia total entre los puntos C y B, así como la potencia media disipada en esta parte del circuito.
 e) La intensidad que circula por R_0 .
 f) La impedancia entre los puntos A y B así como el factor de potencia correspondiente a todo el circuito.
 g) La ddp entre los puntos A y B y la potencia total suministrada al circuito.



- R:** a) $Z_1 = 186.2 \Omega$; b) $I_1 = 1.1 \text{ A}$, $V_{BC} = 204.8 \text{ V}$
 c) $I_{C2} = 6.4 \text{ mA}$; d) $Z_{BC} = 187.1 \Omega$, $P_{BC} = 121 \text{ W}$
 e) $I = 1.09 \text{ A}$; f) $Z_{AB} = 224.3 \Omega$
 g) $V_{AB} = 245.6 \text{ V}$, $P = 144.7 \text{ W}$

6.- NOCIONES DE ACÚSTICA

6.1.- El capitán de un submarino habla produciendo ondas sonoras de longitud de onda 35 cm cuando se propagan por el aire a velocidad de 340 m/s. Un detector enemigo capta su voz transmitida por el agua. Sabiendo que la velocidad del sonido en el agua es 1500 m/s ¿cuál es la longitud de onda del sonido transmitido?

R: $\lambda=1.54$ m

6.2.- Un hilo metálico tiene las siguientes propiedades: coeficiente de dilatación lineal $1.5 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$ módulo de Young $2 \cdot 10^{12} \text{ dyn/cm}^2$ y densidad 9 g/cm^3 . En cada extremo del hilo hay soportes rígidos. Si la tensión es nula a 20 °C ¿cuál será la velocidad de una onda transversal a 8 °C ?

R: $v=63.2 \text{ m/s}$

6.3.- Hallar la velocidad del sonido en

- a) El agua, cuyo módulo de compresibilidad es $2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$
- b) Una barra de aluminio, de densidad $2.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ y módulo de Young $7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$.
- c) Hallar la velocidad de la onda longitudinal en un bloque de aluminio de grandes dimensiones y compararla con la velocidad de la onda transversal en el mismo medio (Módulo de rigidez $G= 2.4 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$, módulo de compresibilidad $B=7.5 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$).

R: a) 1414 m/s ; b) 5092 m/s ; c) 6295 m/s , 2981 m/s

6.4.- El módulo de Young del acero dulce es $21 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$. Calcular la velocidad del sonido en una varilla de acero dulce y en un bloque de este material. Comparar los resultados obtenidos con la velocidad del sonido en el aire. ($G=8 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$, $B=16 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$).

R: $v_{\text{varilla}} = 5189 \text{ m/s} = 15 \text{ c}$; $v_{\text{bloque}} = 5847 \text{ m/s} = 17 \text{ c}$

6.5.- Dos ondas, una longitudinal y otra transversal, se propagan simultáneamente en un bloque homogéneo de cobre. Determinar sus velocidades.

R: $v_{\text{longitudinal}} = 4693 \text{ m/s}$ $v_{\text{transversal}} = 2172 \text{ m/s}$

6.6.- Calcular el nivel de intensidad en dB correspondiente a una onda sonora de intensidad

- a) 10^{-10} W/m^2
- b) 10^{-6} W/m^2
- c) 10^{-2} W/m^2

R: a) 20 dB ; b) 60 dB ; c) 100 dB

6.7.- Hallar la intensidad de una onda sonora si su nivel de intensidad es

- a) 10 dB
- b) 3 dB
- c) Hallar la amplitud de presión correspondiente a esta onda sonora en el aire en condiciones normales para las intensidades halladas (supóngase que se trata de ondas planas). Densidad del aire 1.29 kg/m^3 .

R: a) 10^{-11} W/m^2 ; b) $2 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$; c) $p = 9.26 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$, $p = 4.14 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

6.8.- a) ¿Cuál es el nivel de intensidad, en decibelios, de una onda sonora cuya intensidad es 10^{-10} W/cm^2 , respecto a una intensidad arbitraria de 10^{-16} W/cm^2 ?

b) ¿Cuál es el nivel de intensidad de una onda sonora en el aire, cuya amplitud de variaciones de presión es 2 dyn/cm^2 ?

R : a) $L = 60 \text{ dB}$; b) $L = 76.7 \text{ dB}$

6.9.- a) Si se triplica la amplitud de los cambios de presión de una onda sonora, ¿en qué factor aumenta la intensidad de la onda?

- b) ¿En qué factor deberá aumentarse la amplitud de presión de una onda sonora para incrementar la intensidad en un factor 16?
- c) En este último caso, ¿en cuánto se incrementa el nivel de intensidad?

R: a) 9 ; b) 4; c) 12 dB

6.10.- Tres fuentes sonoras producen unos niveles de intensidad de 70, 73 y 80 dB cuando actúan separadamente. Cuando actúan juntas las intensidades se suman (no existe interferencia entre las ondas procedentes de las fuentes sonoras debido a que las fases varían aleatoriamente).

- a) Hallar el nivel de intensidad sonora cuando las tres fuentes actúan simultáneamente.
- b) Estudiar la utilidad de eliminar las dos fuentes menos intensas con objeto de reducir el nivel de intensidad de ruido.

R: a) 81 dB

6.11.- Todas las personas que han acudido a un cocktail se encuentran hablando igual de ruidosamente. Si sólo estuviese hablando una persona, el nivel de sonido sería de 72 dB. Calcular el nivel de sonido cuando las 38 personas hablan a la vez.

R: 87.8 dB

6.12.- Un artículo sobre polución de ruido señala que el nivel de intensidad sonora en grandes ciudades ha estado aumentando en 1 dB anualmente. ¿A qué aumento porcentual corresponde esto? ¿Parece razonable este incremento?

R: 26 %

6.13.- Una fuente de 0.126 W emite ondas esféricas en un medio isótropo sin atenuación. Calcular la intensidad de la onda a 0.5 m, 1 m y 2 m de la fuente, y los niveles de

intensidad a estas distancias.

R: a) 40.1 mW/m^2 , 106 dB ; b) 10.0 mW/m^2 , 100 dB ; c) 2.5 mW/m^2 , 94 dB

6.14.- Una fuente sonora emite una potencia total de 10 W uniformemente en todas direcciones.

- a) ¿Cuál es su nivel de potencia acústica?
- b) ¿A qué distancia de la fuente el nivel de intensidad es 100 dB y 60 dB?

R: a) 130 dB ; b) 8.92 m, 892 m

6.15.- Una determinada fuente sonora radia uniformemente en el aire en todas las direcciones. A una distancia de 5 m el nivel de sonido es de 80 dB. La frecuencia es de 440Hz.

- a) ¿Cuál es la amplitud de desplazamiento a esta distancia?
- b) ¿Cuál es la amplitud de presión y la presión acústica eficaz?
- c) ¿Cuál es el nivel de potencia acústica de la fuente?
- d) ¿A qué distancia el nivel de intensidad acústica es de 60 dB?

R: a) $0.25 \mu\text{m}$; b) $p = 0.29 \text{ Pa}$, $p_e = 0.20 \text{ Pa}$; c) $L_p = 105 \text{ dB}$; d) 50 m

6.16.- Un automóvil tiene una producción de ruido acústico de 0.10W. Si el sonido se radia isotrópicamente en el hemisferio superior,

- a) ¿Cuál es la intensidad a una distancia de 30 m?
- b) ¿Cuál es el nivel de intensidad sonora en dB a esta distancia?
- c) ¿A qué distancia el nivel de intensidad sonora vale 40 dB?
- d) ¿A qué distancia deja de percibirse el ruido producido por el coche?

R : a) $I = 1.77 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$; b) $L = 72.5 \text{ dB}$; c) 1.26 Km; d) 126 Km

6.17.- Un automóvil produce ruido con un nivel de potencia acústica de 95 dB. Si el sonido se radia isotrópicamente en el hemisferio superior,

- a) ¿cuál es la intensidad a una distancia de 30 m?
- b) ¿cuál es el nivel de intensidad en dB a esa distancia?
- c) ¿a qué distancia el nivel de intensidad es de 40 dB?

R: a) $5,59 \cdot 10^{-7} \text{ W/m}^2$; b) 57.5 dB; c) 224 m

6.18.- Una autopista rectilínea con tráfico aproximadamente constante pasa a través de una región plana sin obstáculos. A 100 m de la misma se mide un nivel de ruido de 60 dB. ¿Cuál será el nivel de ruido medido a 1 km? Despreciar la atenuación del aire.

Tabla 1 Velocidad de propagación de ondas longitudinales y transversales.

Material Sólido	VELOCIDAD	
	Ondas longitudinales m/s	Ondas transversales m/s
Corcho	400	225
Goma blanda	1.025	—
Goma dura	2.200	950
Madera (pino)	3.000	1.870
Ladrillo	3.000 (lineal)	—
Hormigon	3.400 (lineal)	—
Hierro	4.150	2.790
Cobre	4.750	2.275
Acero	6.100	3.200

Tabla 2
Velocidad de propagación del sonido en el aire.

Temperatura (°C)	Velocidad del sonido m/s
- 22	319
- 10	326
0	332
10	338
20	344
40	355

Tabla 3
Velocidad de propagación del sonido en gases.

Gas	Velocidad del sonido m/s
Dióxido Carbono	260
Oxígeno	316
Nitrógeno	338
Vapor Agua (100°)	405
Gas Ciudad	450
Helio	971
Hidrógeno	1305

Exámenes. Enunciados y soluciones

Junio 93

Una tubería cilíndrica, de radio interior 4 cm, lisa e inclinada 30° respecto a la horizontal, acaba abriéndose a la atmósfera tras reducir su radio a la mitad (Figura 2). Los puntos A, B, C y D están sobre el eje de la tubería, siendo $a = 3$ m la distancia entre dos puntos consecutivos. Cuando la tubería conduce agua de densidad 1000 kg/m^3 , la presión manométrica en A es de 122000 Pa .

5.- La presión manométrica en C es

- A) 0 Pa
- B) -3500 Pa
- C) 14700 Pa
- D) 19600 Pa
- E) Ninguna de las anteriores.

$$p_m = 14700 \text{ Pa}$$

6.- La velocidad del agua al pasar por A es

- A) 3.2 m/s
- B) 2.5 m/s
- C) 3.7 m/s
- D) 2.9 m/s
- E) Ninguna de las anteriores.

$$v_A = 3.2 \text{ m/s}$$

7.- Si en vez de agua la tubería conduce un aceite de densidad 850 kg/m^3 a razón de 1.6 litros cada segundo y la diferencia de presiones entre los puntos A y B es ahora de 14000 Pa , el coeficiente de viscosidad de este aceite es

- A) 2.4 poise
- B) 0.45 decapoise
- C) 1 centipoise
- D) 0.32 decapoise
- E) Ninguna de las anteriores.

$$\eta = 0.32 \text{ decapoise}$$

Una pared de 9 m^2 de superficie está compuesta por dos capas, tal como se indica en la Figura 3. La que da al exterior es de ladrillo, de 15 cm de espesor, y conductividad térmica $K_1 = 1.5 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$. La que da al interior es de hormigón, de 10 cm de espesor y conductividad térmica $K_2 = 4 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$.

La temperatura ambiente en el exterior es $T_e = 42^\circ\text{C}$, mientras que, debido a la convección, la temperatura de la cara externa de la pared de ladrillo es $T_1 = 38^\circ\text{C}$. La temperatura de la cara de la pared de hormigón que da al interior de la habitación es $T_4 = 20^\circ\text{C}$. El coeficiente de convección entre el hormigón y el ambiente interior es $h_2 = 20 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$.

Con estos datos, contestar a las dos siguientes cuestiones:

8.- El valor del coeficiente de convección h_1 entre la pared de ladrillo y el ambiente exterior es:

- A) 36 kcal/h m°C
- B) 24 kcal/h m°C
- C) 12 kcal/h m°C
- D) 82 kcal/h m°C
- E) Ninguna de las anteriores.

$$h_1 = 36 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$$

9.- La temperatura T_2 de la capa de separación entre la pared de ladrillo y la de hormigón es de:

- A) 26.1°C
- B) 33.4°C
- C) 23.6°C
- D) 29°C
- E) Ninguna de las anteriores.

$$T_2 = 23.6^\circ\text{C}$$

Un circuito de corriente alterna está formado por una resistencia de 800Ω y un condensador asociados en paralelo y sometidos a una tensión eficaz de 220 V y 50 Hz . Circula una corriente de 0.44 A (eficaces) por el circuito.

10.- La capacidad C del condensador vale

- A) 300 nF
- B) $5 \mu\text{F}$
- C) 0.3 F
- D) 4 pF
- E) 20 mF

$$C = 5 \mu\text{F}$$

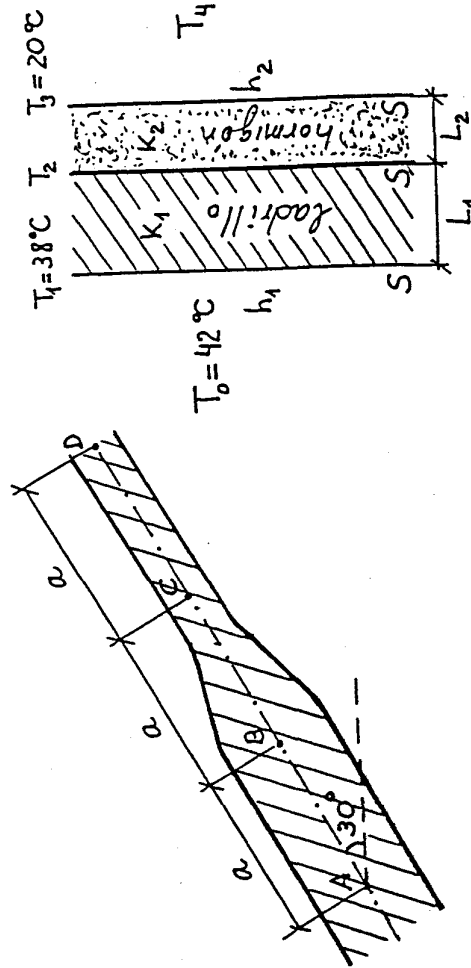


Figura 2

Figura 3

Septiembre 93.

El depósito de grandes dimensiones de la Figura 2 está abierto a la atmósfera y contiene un aceite de densidad 900 kg/m^3 , que alcanza un nivel de 1 m . Conectada a la base del depósito hay una tubería vertical, de 4 cm de radio y longitud $a = 3 \text{ m}$, por donde sale el aceite. Responder a las tres preguntas independientes que se plantean a continuación:

4.- La fuerza que ejerce el aceite sobre la compuerta plana C, de 0.5 m^2 de área, es

- A) 0 kN
B) 1.3 kN
C) 2.5 kN
D) 3.1 kN
E) 4.4 kN

$$F = 1.3 \text{ kN}$$

5.- La velocidad del aceite cuando sale por el final de la tubería (prescindiendo de la viscosidad) es

- A) 4.4 m/s
B) 6.3 m/s
C) 7.7 m/s
D) 8.9 m/s
E) 9.6 m/s

$$v = 8.9 \text{ m/s}$$

6.- Cuando se tiene en cuenta la viscosidad (300 centipoise) el gasto (caudal) se reduce a 26 l/s y el número de Reynolds vale

- A) 3587
B) 1335
C) 1241
D) 2173
E) 1208

$$R = 1241$$

7.- El descenso que experimenta un líquido que no moja en un tubo capilar es

- A) independiente de la temperatura.
B) mayor cuanto menor es su densidad.
C) menor cuanto mayor es su tensión superficial.
D) mayor cuanto mayor es el radio del tubo.
E) menor cuanto mayor es el ángulo de contacto líquido-tubo.

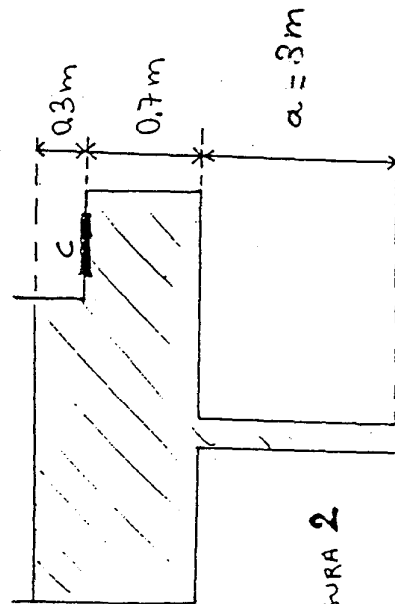


FIGURA 2

La pared mostrada en la Figura 3 está compuesta de 2 materiales diferentes cuyos coeficientes de conducción térmica son $K_1 = 2 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ y $K_2 = 2.5 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Los coeficientes de convección entre el aire y la superficie libre de cada material son iguales y de valor $h = 15 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Se admite que el material 1 está perfectamente aislado térmicamente del material 2.

La superficie libre del material 1 vale $S_1 = 3 \text{ m}^2$ y la del material 2 vale $S_2 = 9 \text{ m}^2$. El espesor del muro es $L = 2 \text{ m}$.

La temperatura ambiente en el exterior es $T_0 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$ y en el interior es $T_5 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$. Responder a las dos siguientes preguntas:

8.- El flujo de calor total que atraviesa el muro vale:

- A) $H = 430 \text{ kcal/h}$
B) $H = 231 \text{ kcal/h}$
C) $H = 88 \text{ kcal/h}$
D) $H = 7350 \text{ kcal/h}$
E) $H = 654 \text{ kcal/h}$

$$H = 430 \text{ kcal/h}$$

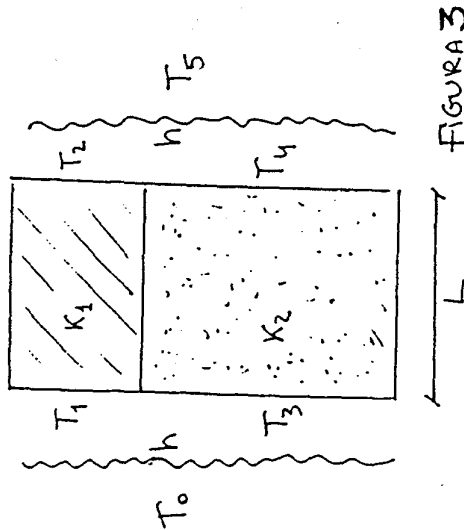


FIGURA 3

9.- La temperatura T_1 vale:

- A) $3.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
B) $7.1 \text{ } ^\circ\text{C}$
C) $10 \text{ } ^\circ\text{C}$
D) $13.5 \text{ } ^\circ\text{C}$
E) Ninguna de las anteriores

$$T_2 = 7.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10.- Un circuito en serie de corriente alterna consta de una resistencia de 3Ω , un condensador de $2 \mu\text{F}$ y una bobina con una resistencia interna de 0.1Ω y una autoinducción de 10 mH . El circuito está alimentado por un generador de corriente alterna de frecuencia 50 Hz y fuerza electromotriz máxima 100 V . ¿Cuál es el valor eficaz de la corriente eléctrica que circula por el circuito?

- A) 0.044 A
B) 3.786 A
C) 0.505 A
D) 1.099 A
E) Ninguna de las anteriores

$$I_e = 0.044 \text{ A}$$

junio 94

La tubería que se muestra en la Figura 3 es lisa y horizontal siendo el diámetro de la parte ancha el doble del correspondiente a la parte estrecha. Los tubos verticales a, b y c conectados a la tubería están abiertos a la atmósfera. Contestar a las dos preguntas independientes que se plantean a continuación.

5.- Cuando por esta tubería circula agua y se prescinde de la viscosidad, el desnivel del agua entre los tubos a y b es de 19.1 cm, y la velocidad del agua en m/s en la parte ancha de la tubería es

A) 1
B) 0.25
C) 1.33
D) 0.50
E) Ninguna de las anteriores.

6.- Si en vez de agua se hace circular glicerina a 20 °C, de densidad 1.26 g/cm³ y viscosidad 14.1 poise, por la misma tubería, el gasto (caudal) es de 40 l/s y el desnivel de la glicerina entre los tubos b y c, separados 5 m, es de 58 cm. El radio de la parte estrecha de la tubería mide

A) 12 cm
B) 8 cm
C) 15 cm
D) 10 cm
E) Ninguna de las anteriores.

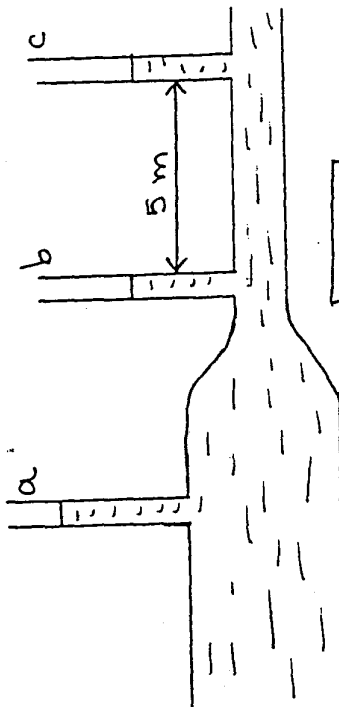


FIGURA 3

La pared mostrada en la Figura 4 está compuesta de dos materiales diferentes dispuestos en serie, cuyos coeficientes de conducción térmica son, para el hormigón, correspondiente a la pared interior de un local, $K_1 = 1.6 \text{ W/m}^2\text{C}$, y $K_2 = 0.06 \text{ W/m}^2\text{C}$ para el material aislante colocado en la parte exterior del mismo local. Existe convección entre el aire y la superficie libre de ambos materiales, siendo el coeficiente de convección el mismo para ambos, pero desconocemos su valor.

La temperatura en el interior es $T_i = 24 \text{ °C}$; la de la superficie libre del hormigón es $T_1 = 22 \text{ °C}$; la temperatura ambiente exterior es $T_a = 2 \text{ °C}$. La sección de la pared es $S = 6 \text{ m}^2$. El espesor de la capa de hormigón es $L_1 = 20 \text{ cm}$, y el de la capa de aislante es $L_2 = 4 \text{ cm}$.

Con estos datos, responder a las dos siguientes cuestiones:

8.- El coeficiente de convección entre el aire y la pared vale

A) 11.37 $\text{W/m}^2\text{C}$
B) 21.18 $\text{W/m}^2\text{C}$
C) 9.40 $\text{W/m}^2\text{C}$
D) 13.09 $\text{W/m}^2\text{C}$
E) Ninguna de las anteriores.

$$h = 11.37 \text{ W/m}^2\text{C}$$

9.- La temperatura T_2 de la capa de separación entre los dos materiales vale

A) 17.09 °C
B) 19.16 °C
C) 16.02 °C
D) 15.43 °C
E) Ninguna de las anteriores.

$$T_2 = 19.16 \text{ °C}$$

10.- Por un circuito RLC serie que está sometido a una diferencia de potencial máxima de $100\sqrt{2} \text{ V}$ con una pulsación de 50 rad/s pasa una intensidad máxima de 4 A y el ángulo de fase es de 45° (la intensidad está adelantada respecto al voltaje). La resistencia del circuito vale

A) $R = 20 \Omega$
B) $R = 13 \Omega$
C) $R = 25 \Omega$
D) $R = 40 \Omega$
E) Ninguna de las anteriores.

$$R = 25 \Omega$$

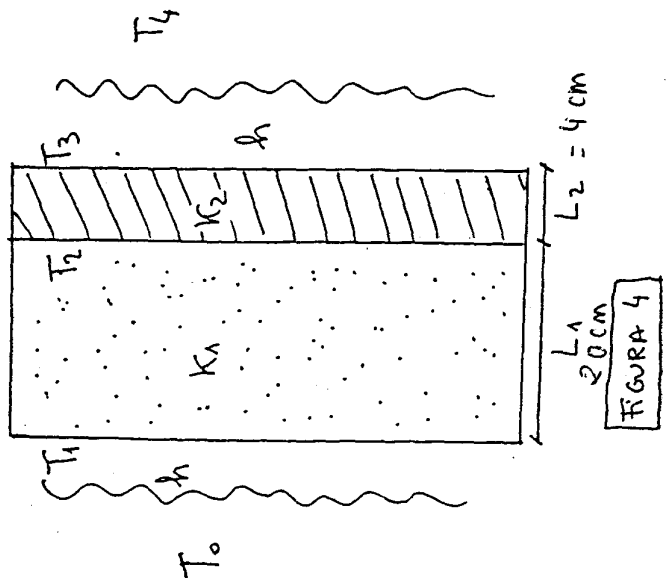


FIGURA 4

Junio 95

La diferencia de presión entre la parte ancha y la parte estrecha de una tubería lisa y horizontal es de 60000 Pa cuando circula agua de densidad 1 g/cm^3 y no se tiene en cuenta la viscosidad. El diámetro de la parte ancha de la tubería es el doble del diámetro correspondiente a la parte estrecha.

5.- El aumento de velocidad que experimenta el agua cuando pasa de la parte ancha a la parte estrecha es, en m/s .

- A) 9.2
- B) 10.4
- C) 12.5
- D) 15
- E) 8.5

$$\Delta v = 8.5 \text{ m/s}$$

Si en la conducción anterior el diámetro de la parte estrecha es de 5 cm y en vez de agua circula aceite, de densidad 0.8 g/cm^3 y viscosidad 3.5 poise, el caudal (gasto) es 13.5 l/s. Entonces,

6.- La pérdida de presión por viscosidad que se produce por metro de tubería estrecha es, en kPa,

- A) 24.7
- B) 30.8
- C) 36.5
- D) 40.2
- E) 21.3

$$\Delta p = 30.8 \text{ kPa}$$

Una pared de ladrillo de espesor $L = 30 \text{ cm}$ y de superficie $S = 12 \text{ m}^2$ (ver Figura 2) presenta convección en la cara que da al exterior de un recinto, pero no en la cara que da al interior. El coeficiente de conductividad térmica de la pared es $K = 1.3 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$. El coeficiente de convección entre el ladrillo y el aire exterior es $h = 8 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$. Cuando la temperatura exterior $T_o = 40^\circ\text{C}$, la temperatura del interior es $T_i = 32^\circ\text{C}$. Con estos datos, contestar a las dos siguientes cuestiones:

7.- La temperatura T_1 de la cara exterior de la pared es de

- A) 37.2°C
- B) 36.5°C
- C) 38°C
- D) 39°C
- E) Ninguna de las anteriores.

$$T_1 = 37.2^\circ\text{C}$$

8.- La temperatura interior es demasiado elevada en estas condiciones. Para solucionarlo, se añade, adosada a la cara interior de la pared, una capa de aislante cuyo coeficiente de conducción térmica es $K' = 0.02 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$. Si se quiere que la temperatura interior del recinto sea $T_i = 25^\circ\text{C}$ cuando las condiciones externas son las de antes, el espesor L' de aislante que habrá que colocar será de

- A) 1.5 mm
- B) 3 mm
- C) 9 mm
- D) 6.2 mm
- E) Ninguna de las anteriores.

$$L = 6.2 \text{ mm}$$

9.- Un circuito está formado por una bobina real, de resistencia $R = 15 \Omega$ y autoinducción $L = 0.2 \text{ H}$, y un condensador conectados en serie. Si la frecuencia de la corriente es de 25 Hz, y la intensidad máxima que pasa por el circuito es de 5.8 A, el voltaje máximo entre los extremos de la bobina vale

- A) $V_{\text{m}} = 186 \text{ V}$
- B) $V_{\text{m}} = 236 \text{ V}$
- C) $V_{\text{m}} = 105 \text{ V}$
- D) $V_{\text{m}} = 202 \text{ V}$
- E) Ninguna de las anteriores.

$$V_{\text{RL}} = 202 \text{ V}$$

10.- Para que la intensidad y el voltaje total del circuito RLC estén en fase, la capacidad del condensador debe ser de

- A) $C = 1.3 \mu\text{F}$
- B) $C = 2.1 \mu\text{F}$
- C) $C = 0.203 \text{ mF}$
- D) $C = 0.2 \text{ F}$
- E) Ninguna de las anteriores.

$$C = 0.203 \text{ mF}$$

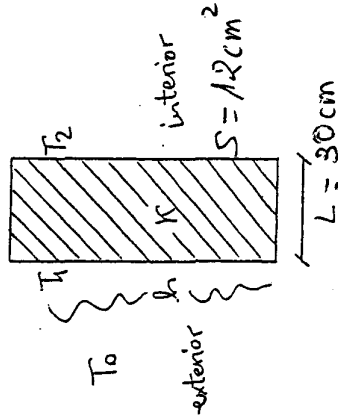


FIGURA 2

Septiembre 95

Una tubería larga, de radio 4 cm, lisa, recta e inclinada, sube 2 m por cada 15 m de tubería. Dos puntos, a y b, están situados sobre el eje de esta conducción y distan 24 m uno del otro, en el sentido de la corriente. Con estos datos, contestar a las dos cuestiones siguientes:

5.- Cuando por esta conducción circula agua de mar (densidad 1.03 g/cm³, despreciar viscosidad) el caudal (gasto) es de 10 l/s y la diferencia de presión entre a y b es, en kPa,

- A) 32.3
B) 10.7
C) 45.6
D) 21.5
E) Ninguna de las anteriores

$$\Delta p = 32.3 \text{ kPa}$$

6.- Si en vez de agua de mar se bombea aceite (densidad 0.8 g/cm³ y viscosidad 3 poise) por la misma conducción, el caudal (gasto) es de 6.5 l/s y la diferencia de presión entre a y b es, en kPa,

- A) 46.5
B) 93.2
C) 25.1
D) 71.6
E) Ninguna de las anteriores.

$$\Delta p = 71.6 \text{ kPa}$$

7.- Una pared de 30 cm de espesor está compuesta de dos materiales dispuestos en paralelo (ver Figura 1). El material 1 tiene una conductividad térmica $K_1 = 5 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$, una sección $S_1 = 12 \text{ m}^2$ y coeficiente de convección con el aire exterior h_1 . El material 2 tiene una conductividad térmica $K_2 = 1.2 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$, una sección $S_2 = 10 \text{ m}^2$ y coeficiente de convección con el aire exterior h_2 . Los dos materiales están aislados térmicamente entre sí.

La temperatura ambiente exterior es $T_a = 40^\circ\text{C}$; la temperatura de la cara exterior de la pared del material 1 es $T_1 = 30^\circ\text{C}$; la temperatura de la cara exterior de la pared 2 es $T_2 = 34^\circ\text{C}$; la temperatura ambiente del interior, donde no hay convección, es $T_i = 24^\circ\text{C}$. Con estos datos, responder a las 2 cuestiones siguientes:

7.- El flujo total de calor a través de la pared compuesta es, en kcal/h

- A) 2100
B) 1200
C) 2300
D) 1600
E) Ninguna de las anteriores.

$$H = 1600 \text{ kcal/h}$$

8.- El coeficiente de convección h_2 vale, en kcal/h m² °C

- A) 20
B) 10
C) 25
D) 15
E) Ninguna de las anteriores.

$$h_2 = 10 \text{ kcal/h m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

9.- La chapa plana, homogénea e isotrópica, con un hueco circular, de la Figura 2, tiene dimensiones $a = 40 \text{ cm}$, $b = 50 \text{ cm}$ y el diámetro del hueco mide $d = 20 \text{ cm}$. Si se eleva la temperatura de la chapa 50°C , sabiendo que el coeficiente de dilatación térmica lineal de la misma es $\alpha = 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, entonces el área del hueco circular

- A) aumenta en la misma proporción que el área de toda la chapa.
B) disminuye $3.14 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2$.
C) disminuye tanto cuanto aumenta la chapa.
D) aumenta $6.28 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2$.
E) Ninguna de las anteriores.

10.- Un circuito de corriente alterna trabaja a una frecuencia de 50 Hz y está formado por un condensador de $20 \mu\text{F}$ y una resistencia asociados en serie. La tensión entre los extremos del conjunto es de 15 V y entre los extremos de la resistencia de 12 V. La tensión entre los extremos del condensador es

- A) 6 V
B) 3 V
C) 9 V
D) 4.5 V
E) Ninguna de las anteriores

$$V = 9V$$

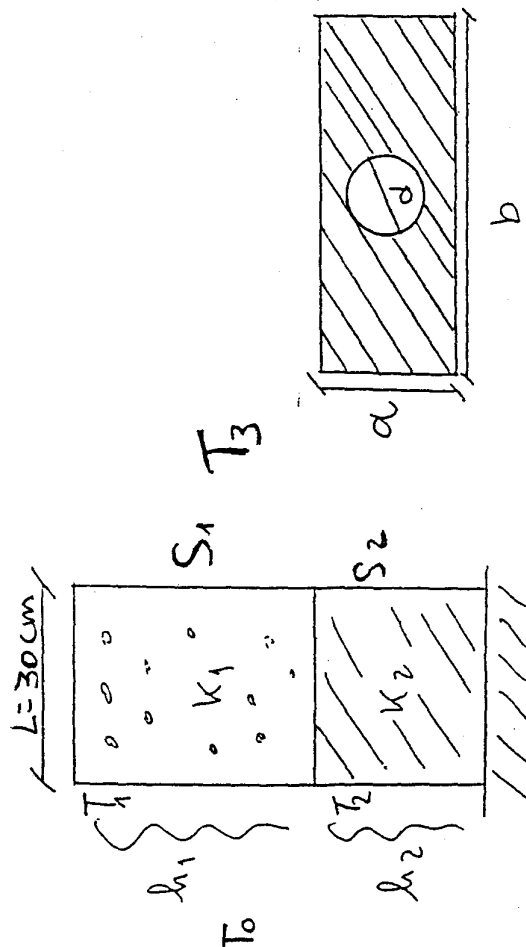


FIGURA 1

FIGURA 2

Junio 96

3.- Una barra de 2 m de longitud y 50 cm² de sección está unida por sus extremos a dos paredes rígidas, sin ejercer reacciones en ellas cuando la temperatura es de 20 °C. Cuando la temperatura aumenta hasta 40 °C, la fuerza que las paredes hacen sobre la barra es:
(Datos: $\gamma = 7 \cdot 10^4$ Pa, $\alpha = 1.8 \cdot 10^{-5}$ °C⁻¹)

A) 189000 N a compresión
B) 161500 N a tracción
C) 126000 N a compresión
D) 145000 N a tracción
E) Ninguna de las anteriores.

$F = 126000$ compresión

6.- Un depósito de grandes dimensiones contiene agua dulce hasta un nivel $h_1 = 3$ m, y en la parte superior contiene aire a una presión manométrica de 2.5 atm. De la parte inferior del depósito sale una tubería que acaba en un tramo vertical abierto a la atmósfera de altura $h_2 = 5$ m, tal como se indica en la figura 3. Sabiendo que 1 atm = $1.013 \cdot 10^5$ Pa, la velocidad del agua a la salida del surtidor es de

A) 25.1 m/s
B) 21.6 m/s
C) 19.3 m/s
D) 23.7 m/s
E) Ninguna de las anteriores.

$v = 21.6$ m/s

7.- Un oleoducto de radio $r = 5$ cm transporta petróleo de densidad 900 kg/m³ y viscosidad $\eta = 250$ centipoises. Se registra un caudal de 6 l/minuto, y se colocan unos tubos verticales delgados separados entre sí por 1 km, para controlar la pérdida de carga. Con estos datos, se observaría que la altura en cada tubo descendería respecto a la del anterior un Δh , en m, de

A) 1.1
B) 0.3
C) 0.7
D) 2.3
E) Ninguna de las anteriores.

$\Delta h = 1.1$ m

Una pared de superficie $S = 6$ m² está compuesta por dos capas, tal como se muestra en la Figura 4. La primera es de ladrillo, de grosor $L_1 = 0.3$ m y conductividad térmica $K_1 = 1.5$ Kcal/h m °C, y la segunda es de un material aislante, de grosor $L_2 = 5$ cm y conductividad térmica $K_2 = 0.09$ Kcal/h m °C. El coeficiente de convección entre la pared de ladrillo y el ambiente interior es $h_1 = 20$ Kcal/h m² °C y entra la capa de aislante y el ambiente exterior es $h_2 = 10$ Kcal/h m² °C. La temperatura del aire interior es de 20 °C y la temperatura de la superficie de contacto ladrillo-aislante es de 15 °C.

Responder a las dos cuestiones siguientes:

8.- El flujo de calor por unidad de tiempo que atraviesa la pared es de:

A) 213 Kcal/h
B) 92 Kcal/h
C) 314 Kcal/h
D) 120 Kcal/h
E) Ninguna de las anteriores.

$H = 120$ Kcal/h

9.- La temperatura del ambiente exterior es de

A) 3.2 °C
B) 0.5 °C
C) 1.9 °C
D) 2.8 °C
E) Ninguna de las anteriores.

$T = 1.9$ °C

10.- Un circuito de corriente alterna está alimentado por un generador de 50 V (valor máximo) y pulsación $\omega = 100$ rad/s. El circuito está formado por una resistencia de 100 Ω conectada en serie con una bobina no ideal de coeficiente de autoinducción de $L = 2/\pi$ H. Si la intensidad máxima que pasa por el circuito es de 0.2 A, el valor de la resistencia interna de la bobina vale, en Ω

A) 50
B) 40
C) 30
D) 20
E) Ninguna de las anteriores.

$r = 50$ Ω

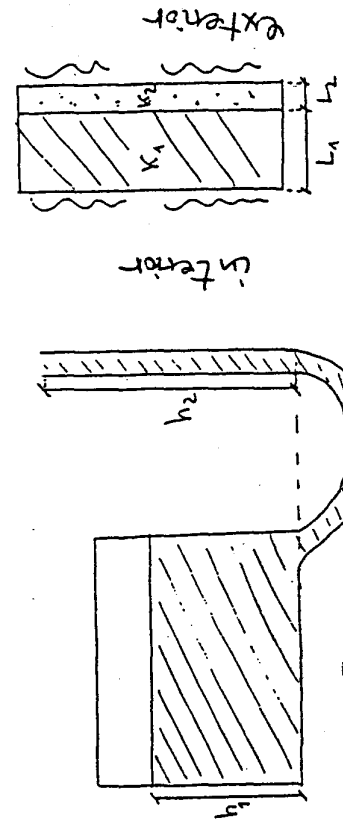


Figura 3

Figura 4

Septiembre 96

El depósito de la Figura 2, abierto a la atmósfera y de grandes dimensiones, contiene agua de mar (densidad 1030 kg/m^3). En la pared oblicua tiene una compuerta cuadrada de 1 m de lado. En el fondo hay una tubería horizontal que se abre a la atmósfera tras reducir su sección a la mitad. Responder a las tres cuestiones siguientes:

3.- La fuerza que hace el agua sobre la compuerta es, en kN

- A) 43.3
B) 80.7
C) 30.2
D) 55.5
E) Ninguna de las anteriores.

$$F = 55.5 \text{ kN}$$

4.- La velocidad de salida del agua por el extremo abierto de la tubería es, en m/s

- A) 17.15
B) 15.32
C) 11.74
D) 13.56
E) Ninguna de las anteriores.

$$v = 17.15 \text{ m/s}$$

5.- La presión manométrica a la mitad de la parte ancha de la tubería es, en kPa

- A) 92.5
B) 101.3
C) 113.6
D) 151.4
E) Ninguna de las anteriores.

$$P_{\text{man}} = 113.6 \text{ kPa}$$

6.- Por una tubería cilíndrica de 10 cm de radio circula aceite de densidad 850 kg/m^3 y viscosidad 3 poise . Si no se quiere sobrepasar el valor 1200 de número de Reynoldsa, el máximo gasto (caudal) permitido es de

- A) $21.7 \text{ m}^3/\text{h}$
B) $35820 \text{ cm}^3/\text{s}$
C) 66.5 l/s
D) 489 l/h
E) Ninguna de las anteriores.

$$Q = 66.5 \text{ l/s}$$

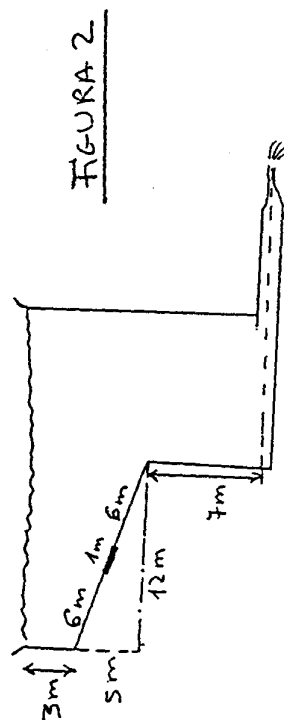


FIGURA 2

Una pared plana de superficie $S = 10 \text{ m}^2$ consta de dos capas. La que da al exterior es de ladrillo, de espesor 20 cm , y de coeficiente de conductividad térmica $K_{\text{ladrillo}} = 0.17 \text{ cal/s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$, mientras que en la cara interior hay una capa de fibra de vidrio de espesor 2 cm y coeficiente de conductividad térmica $K_{\text{fibra}} = 9.10^{-3} \text{ cal/s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$. Se considera que hay convección en las dos caras de la pared compuesta. El coeficiente de convección en el interior es $h_i = 4 \text{ cal/s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, mientras que el del exterior se desconoce.

Sabiendo que la temperatura ambiente en el interior es $T_i = 20^\circ\text{C}$, la de la superficie libre de la capa de fibra de vidrio es $T_s = 19^\circ\text{C}$, y la temperatura ambiente en el exterior es $T_e = 0^\circ\text{C}$, contestar a las dos cuestiones siguientes:

- 7.- La temperatura T_2 de la cara exterior del ladrillo es, en $^\circ\text{C}$
A) 8.50
B) 7.15
C) 6.13
D) 5.40
E) Ninguna de las anteriores.

$$T_2 = 5.40^\circ\text{C}$$

8.- El coeficiente de convección h , entre el aire y el ladrillo vale, en $\text{cal/s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

- A) 0.93
B) 0.74
C) 0.61
D) 0.55
E) Ninguna de las anteriores.

$$h_2 = 0.74 \text{ cal/s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Un electrodoméstico funciona con un motor conectado a una línea de tensión eficaz 220 V y frecuencia de 50 Hz . Consume una potencia media de 1000 W con un factor de potencia de 0.6 . Se quiere corregir a uno el factor de potencia conectando un condensador en paralelo. Contestar a las dos cuestiones siguientes:

- 9.- El condensador que hay que conectar debe tener una capacidad, en μF , de

- A) 94.2
B) 87.7
C) 45.5
D) 0.88
E) Ninguna de las anteriores.

$$C = 87.7 \mu\text{F}$$

10.- La nueva intensidad total en la línea es de

- A) 7.57 A
B) 6.42 A
C) 4.55 A
D) 3.85 A
E) Ninguna de las anteriores.

$$I_L = 4.55 \text{ A}$$

Exámen Física Aplicado II

Junio - 97

1.- Una pieza de latón de 4 cm de longitud y otra de aluminio de 2 cm de longitud, ambas con la misma sección de 1 cm^2 , se encuentran colocadas una a continuación de la otra entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial. La temperatura del conjunto se eleva 10°C . ¿Cuál es el esfuerzo de cada una de las piezas?

-Latón: módulo de Young 105 GPa,
coeficiente de dilatación lineal $19.3 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

-Aluminio: módulo de Young 70 GPa,
coeficiente de dilatación lineal $19.3 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

$$\sigma = -1.85 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

2.- Una bobina real con resistencia interna de 17.45 ohmios está conectada a la red (corriente alterna de 50 Hz y voltaje eficaz de 220 V). En esas condiciones circula por la bobina una intensidad eficaz de 7.57 A y la potencia consumida es 1000 W.

A) Calcular la autoinducción de la bobina. $L = 74 \cdot 10^{-2} \text{ H}$

B) Calcular la capacidad del condensador que habría que conectar en paralelo para corregir el factor de potencia.

$$C = 876 \mu\text{F}$$

3.- Un gran depósito de agua de 3 m de profundidad está conectado en su parte inferior a una tubería de 50 m de longitud y 1 cm de diámetro, que vierte el agua en un punto situado a un nivel de 30 m por debajo del fondo del depósito. Calcular el gasto de agua resultante en litros por segundo. Tomar como viscosidad del agua 10^{-3} decapoises. $G = 118 \text{ l/s}$

4.- Una pared de 17 m^2 consta de un tabique de hormigón (superficie 15 m^2) de 15 cm de espesor y una ventana de vidrio (superficie 2 m^2) de 2 mm de grosor. Esta pared separa una habitación a 25°C y el aire exterior (sin viento) a 0°C . Los coeficientes de conductividad térmica son: hormigón $4.1 \cdot 10^{-4} \text{ KCal/s.m.}^\circ\text{C}$, vidrio $1.4 \cdot 10^{-4} \text{ KCal/s.m.}^\circ\text{C}$. Tómese como coeficiente de convección en todas las superficies el valor $3 \cdot 10^{-3} \text{ KCal/s.m}^2\text{.}^\circ\text{C}$

Calcular

a) La resistencia térmica del conjunto $R = 57.26 \text{ s}^\circ\text{C/Kcal}$

b) Los flujos de calor que atraviesan el hormigón, el vidrio, y el flujo de calor total $H_{\text{tot}} = 0.437 \text{ Kcal/s}$

$$H_{\text{H}} = 0.0734 \text{ Kcal/s} \quad H_{\text{V}} = 0.363 \text{ Kcal/s}$$

5.- A 10 m de un coche acelerando se mide un nivel de intensidad sonora de 75 dB

a) ¿Cuál es el nivel de potencia acústica emitido? $L_w = 103 \text{ dB}$

b) ¿Qué nivel de intensidad se medirá a 100 m de distancia del coche? $L_I = 55 \text{ dB}$

c) ¿Qué nivel de intensidad se medirá a 100 m de un semáforo donde 10 coches idénticos al medido se encuentran acelerando? $L_I = 65 \text{ dB}$

(Suponer que los coches se encuentran sobre una superficie horizontal y que no hay edificios en las cercanías).

PRUEBA PARCIAL FISICA APLICADA II

6 Noviembre 1997

1.- Una tubería inclinada 30° respecto a la horizontal está formada por dos tramos de secciones rectas 20 cm^2 y 10 cm^2 respectivamente, estando la parte ancha a un nivel superior que la estrecha. Cuando por esta tubería baja agua, la diferencia de presión entre dos puntos situados uno en cada tramo y con una distancia entre ellos de 10 m , medidos en la dirección de la tubería, es de 103 kPa .

a) (2p) Calcular el caudal en l/s que conduce la tubería.

b) (2p) Si por la tubería baja aceite, de densidad 800 kg/m^3 y viscosidad 200 centipoises, el caudal es de 8 l/s . Calcular la diferencia de presión entre dos puntos de la parte ancha de la tubería separados 5 m .

2.- (2p) Una barra que mide exactamente 1 m a temperatura $T=0^\circ\text{C}$ se alarga 2 mm al aumentar la temperatura hasta 100°C . Otra barra del mismo material que la anterior mide 1.5 m a $T=0^\circ\text{C}$. ¿Cuánto se alargará al aumentar la temperatura de 0°C a 50°C ?

3.- (2p) Una barra de 1 m de longitud y 8 cm^2 de sección se encuentra entre dos paredes rígidas sin soportar ningún esfuerzo. La barra está formada por una parte de 30 cm de acero ($Y=2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, $\alpha=12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) y otra de 70 cm de aluminio ($Y=7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, $\alpha=24 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$). Calcular la fuerza que ejercen las paredes sobre la barra cuando la temperatura aumenta en 50°C .

4.- (2p) En un recipiente aislado de aluminio de 250 g hay 450 g de agua a 25°C . Se introduce una pieza de hierro de 300 g a 150°C . Calcular la temperatura final del conjunto. Calores específicos: aluminio= $0.212 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, hierro= $0.11 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, agua= $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.

SOLUCIONES:

$$1 - a) G = 20'1 \text{ l/s}$$

$$b) \Delta p = 30'6 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_r = J = \frac{8\eta l G}{\pi r^4}$$

$$2 - \Delta l = 1'5 \text{ mm}$$

$$3 - F = -70'96 \text{ kN}$$

$$4 - T = 32'7^\circ\text{C}$$

EXAMEN DE FISICA APLICADA II
Barcelona, 3 abril 1998

1.- El depósito de grandes dimensiones de la Figura 1 está cerrado a la atmósfera y contiene aire comprimido sobre el nivel de 2 m de agua. El agua sale del depósito por su parte inferior a través de una tubería cilíndrica horizontal, que acaba abierta a la atmósfera tras reducir su sección a la mitad.

En la parte ancha de la tubería hay 2 tubos verticales A y B abiertos a la atmósfera, y separados 4 m uno del otro. El nivel del agua en A es 2.4 m. Calcular:

a) (1.5 puntos) la velocidad que lleva el agua al salir por el extremo de la tubería abierto a la atmósfera. $v = 7.92 \text{ m/s}$
b) (1.5 puntos) la presión manométrica del aire comprimido del depósito. $p = 1176 \text{ kPa}$

2.- (1 punto) El depósito anterior ahora contiene petróleo (densidad = 900 kg/m³, viscosidad = 0.99 poiseuille) en vez de agua. Desconocemos el nivel del petróleo en el depósito y la presión que ejerce el aire comprimido en este caso, pero sabemos que el caudal es de 30 l/s, el radio de la parte ancha de la tubería horizontal es de 10 cm, y que el nivel del petróleo en el tubo A es de 2.1 m. Calcular el nivel del petróleo en el tubo B, medido desde el eje de la tubería. $h_{\text{petróleo}} = 1.46 \text{ m}$

3.- Una barra de latón de longitud $l_1 = 20 \text{ cm}$ y de sección $s_1 = 1 \text{ cm}^2$ está colocada a continuación de otra barra de aluminio de longitud $l_2 = 15 \text{ cm}$ y de sección $s_2 = 2 \text{ cm}^2$, y ambas están encajadas entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial, a la temperatura de 20°C. Si se eleva la temperatura a 40°C, calcular:

a) (2 puntos) qué esfuerzo, y decir si es de tracción o compresión, soporta cada una de las barras. $\sigma = -4.9/0.7 \text{ Pa}$
b) (2 puntos) cuánto varía, y en qué sentido, la longitud de cada barra. $\Delta l_1 = 0.06 \text{ mm}$ (compresión) y $\Delta l_2 = 0.016 \text{ mm}$ (dilatación)

latón: módulo de Young $Y_1 = 105 \text{ GPa}$
coeficiente de dilatación lineal $\alpha_1 = 19.3 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$
aluminio: módulo de Young $Y_2 = 70 \text{ GPa}$
coeficiente de dilatación lineal $\alpha_2 = 23.0 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$

4.- (2 puntos) Un recipiente de aluminio de 300 g de masa contiene 0.5 l de agua a 40°C, y está térmicamente aislado. Si añadimos 110 g de hielo, a qué temperatura deberá estar este para que la temperatura final del sistema sea de 20°C?

calores específicos:

aluminio: $c_{Al} = 0.212 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$
agua: $c_a = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$
hielo: $c_h = 0.48 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$
calor de fusión del hielo = 80 cal/g
densidad del agua = 1000 kg/m³.

$$T_0 = -5.5^\circ \text{C}$$

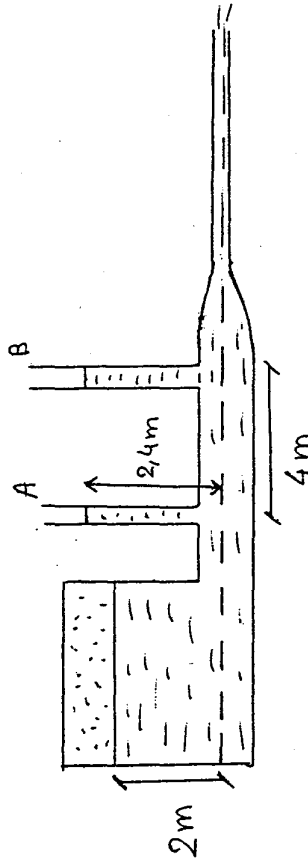


FIGURA 1

$$\Delta p_0 = \frac{8 \eta L Q}{\pi r^4}$$

$$R = \frac{8 \eta L}{\pi r^4}$$

$$1 \text{ decapoise} = 1 \text{ Poiseuille}$$

$$\frac{F}{S} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

EXAMEN DE FÍSICA APLICADA II

Barcelona, 28/10/1998

1.-(3 puntos) Un depósito de grandes dimensiones está abierto a la atmósfera y contiene agua hasta una altura de 1.5 m. En el fondo del depósito hay una tubería de 20 cm² que disminuye su sección posteriormente a la mitad, desaguando al exterior. Calcular:

- El gasto o caudal de agua, en l/s, que sale a través de la tubería.
- La presión en el eje de la tubería ancha.

2.-(2 puntos) A través de una tubería inclinada 30° baja aceite de densidad 0.9 g/cm³ y viscosidad 300 centipoises. La tubería tiene un diámetro de 10 cm y conduce 5 litros de aceite cada segundo. Si la presión en punto es de 1.5 atmósferas, calcular la presión en otro punto, más abajo, situado a 4m de distancia en la dirección de la tubería. (1 atm= 1.013 10⁵ N/m²).

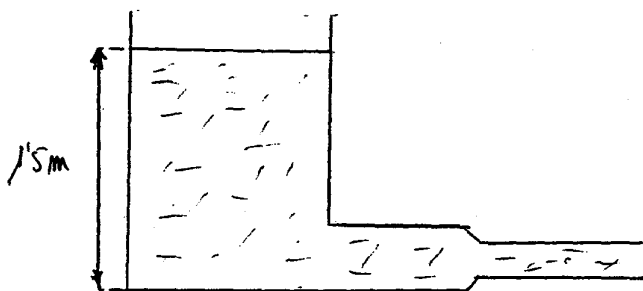
3.-(3 puntos) Una barra de acero de 20 cm de longitud y 5 cm² de sección, se une a otra, también de acero, de 30 cm de longitud y 10 cm² de sección. El conjunto se coloca entre dos paredes rígidas. Si la temperatura se aumenta en 25°C, Calcular:

- El desplazamiento del punto de unión de las barras.
- La fuerza que soportan las barras.

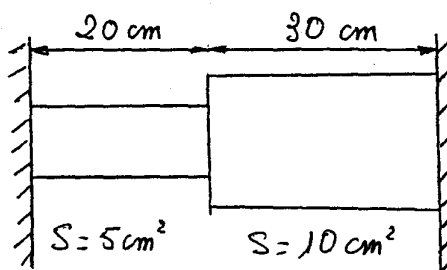
Datos: coeficiente de dilatación lineal=12 10⁻⁶ °C⁻¹.

Módulo de Young= 2 10¹¹ N/m²

4.-(2 puntos) Un recipiente metálico se encuentra a una temperatura de 55°C. Se introducen en él 100 g de hielo a -10 °C, de modo que, una vez alcanzado el equilibrio térmico, la temperatura es de 5°C. Calcular el calor específico del metal del que está hecho el recipiente. Calor específico del hielo =0.48 cal/g °C.



Problema 1



Problema 3

$$\Delta p_r = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

EXAMEN DE FÍSICA APLICADA II

Barcelona 27/1/1999

- 1.- Un depósito de grandes dimensiones se llena de agua hasta una altura de 2 m medidos desde el fondo. El depósito desagua al exterior a través de una tubería de 3 m de longitud y 2.5 cm de radio, inclinada 30° respecto a la horizontal, tal como indica la figura 1. Calcular:

$$G = 162 \text{ l/s}$$

$$P = 98975 \text{ Pa}$$

- a) (1 punto) El gasto o caudal a través de la tubería.

$$P = 98975 \text{ Pa}$$

- b) (1p) La presión en el punto medio de la tubería.

Se sustituye el agua de depósito por aceite de densidad 900 kg/m^3 y viscosidad 300 centipoises, de forma que salen 10 l/s de aceite al exterior:

- c) (1p) Calcular la diferencia de presión entre el punto medio de la tubería y el extremo abierto a la atmósfera.

$$\Delta P = 22720 \text{ Pa}$$

- 2.- (1p) Se dispone de una tapa de latón de 10.000 cm de diámetro para un recipiente de acero de diámetro 10.010 cm, cuando ambos se encuentran a 100°C . Calcular la temperatura del conjunto, para la cual la tapa encaja perfectamente en el recipiente. (Coeficiente de dilatación del acero = $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, del latón = $2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

$$T = 200^\circ\text{C}$$

- 3.- (1p) Un recipiente de latón de 500 g de masa se encuentra a una temperatura de 80°C . En él se introduce agua a 20°C obteniéndose para el conjunto una temperatura de 25°C . Calcular la masa de agua que se ha introducido en el recipiente. (Calor específico del latón = $0.09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$).

$$M_A = 495 \text{ g}$$

- 4.- Una pared de 10 m^2 de superficie está formada por dos capis, una de ladrillo y otra de hormigón separadas por una cámara de aire, tal como indica la figura 2. La capa de ladrillo tiene un espesor de 15 cm y un coeficiente de conductividad térmica de $1.5 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$. La capa de hormigón es de 20 cm de espesor, y la cámara de aire presenta una resistencia térmica de $0.02 \text{ }^\circ\text{C m}^2/\text{kcal}$. El coeficiente de convección para las superficies de ladrillo y hormigón en contacto con el aire es el mismo, de valor $10 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Cuando la temperatura del aire exterior es $T_5 = 1^\circ\text{C}$, las de las superficies de la capa de ladrillo son $T_1 = 19^\circ\text{C}$ y $T_3 = 16^\circ\text{C}$. Con estos datos determinar:

- a) (1p) La cantidad de calor que por unidad de tiempo atraviesa la pared.

$$P = 360 \text{ kcal/h}$$

- b) (1p) La temperatura del aire interior T_0 .

$$T_0 = 22^\circ\text{C}$$

- c) (1p) El coeficiente de conductividad térmica del hormigón.

$$K_h = 1 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$$

- 5.- Un circuito de corriente alterna está constituido por una resistencia $R = 100 \Omega$ conectada en paralelo con un condensador de capacidad $C = 31.83 \mu\text{F}$, estando el conjunto conectado con una bobina real con una resistencia interna $r = 40 \Omega$ y un coeficiente de autoinducción $L = 0.2 \text{ H}$, como se indica en la figura 3. Cuando se aplica una señal alterna de frecuencia $\nu = 50 \text{ Hz}$ pasa a través del condensador una intensidad de 1 A. Calcular:

- a) (1p) La intensidad que pasa por la resistencia R

$$I_R = 1 \text{ A}$$

- b) (1p) La diferencia de potencial entre los extremos del circuito V_{AB}

$$V_{AD} = 128.5 \text{ V}$$

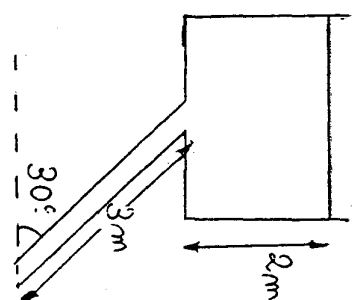


figura 1

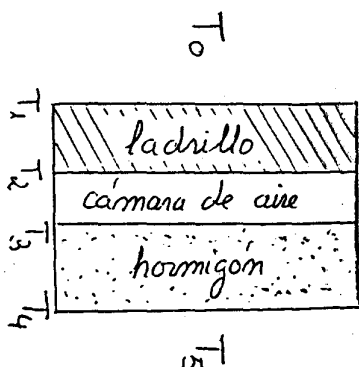


figura 2

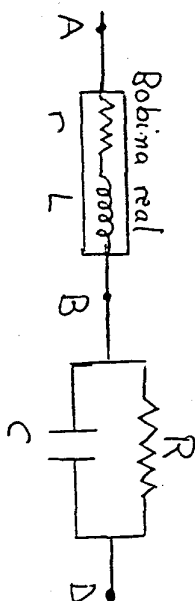


figura 3

$$\Delta P_r = \Delta P_h = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$R = \frac{\rho \nu d}{\eta}$$

1.- Una tubería cilíndrica, de radio interior 6 cm, lisa e inclinada 30° respecto a la horizontal, acaba abriéndose a la atmósfera tras reducir su radio a la mitad (Figura 1). Los puntos A, B, C y D están sobre el eje de la tubería, siendo la distancia entre dos puntos consecutivos de 2 m. El agua circula en sentido descendente, y la presión manométrica en A es de 144000 Pa. Densidad del agua = 1000 kg/m^3 , $1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Calcular:

a) (2 puntos) la presión en el punto C.

b) (2 p.) la velocidad del agua al pasar por B.

$$P_C = 911510^4 \text{ Pa}$$

$$v_B = 4814 \text{ m/s}$$

2.- Una barra de acero de 25 cm de longitud y 5 cm^2 de sección se une a otra, también de acero, de 20 cm de longitud y 10 cm^2 de sección. El conjunto se coloca entre dos paredes rígidas (Figura 2) y la temperatura se aumenta en 40°C . Datos del acero: coeficiente de dilatación lineal = $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, módulo de Young = $2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$. Calcular:

a) (2 p.) el desplazamiento del punto de unión de las barras.

b) (2 p.) la fuerza que soportan las barras.

$$\Delta L = -0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$F = 61714 \text{ N}$$

3.- (2 p.) Un calorímetro de aluminio de 200 g contiene $1/2 \text{ l}$ de agua pura, y el sistema está en equilibrio térmico a 20°C . A continuación se echa dentro un bloque de plomo de 300 g que se encuentra inicialmente a 90°C . Determinar la temperatura final del sistema. Calor específico del agua = $1 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$. Calor específico del aluminio = $0.212 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$. Calor específico del plomo = $0.031 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$.

$$T_f = 21.18^\circ\text{C}$$

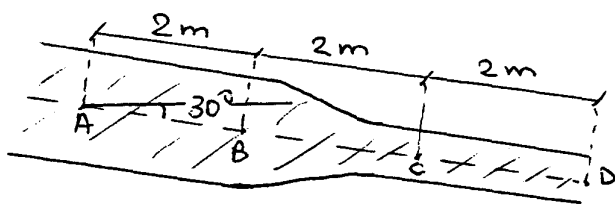


FIGURA 1

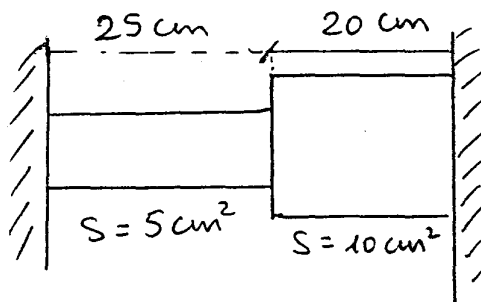


FIGURA 2

1.- Sea el depósito de grandes dimensiones que se indica en la Figura 1. La presión manométrica en la cámara de aire que hay en el interior del depósito es de 1.2 atm. La altura del nivel del agua en el depósito es de 5 m. La tubería que sale del depósito conduce el agua hacia el exterior en sentido ascendente con una inclinación de 30° , y al cabo de 5 m se reduce su diámetro a la mitad, continuando así 3 m más de tubería. 1 atm = $1.013 \cdot 10^5$ Pa. Calcular:

- a) (1.5 puntos) La velocidad de salida del agua al exterior. $v = 16.2 \text{ m/s}$
 b) (1.5 p) La presión manométrica en atmósferas del líquido en un punto B de la tubería situado a 2 m desde la salida del depósito. $P_B = 1.5 \text{ atm}$

2.- (1.5 p) Una barra de acero de 30 cm de longitud y otra de cobre de 40 cm, ambas del mismo diámetro, se colocan una a continuación de la otra, entre dos soportes rígidos y sin fatiga inicial. Calcular cuánto ha de aumentar la temperatura para que el esfuerzo que soporten las barras sea una compresión de 10^8 Pa?

$$\Delta T = 46.9^\circ \text{C}$$

Coefficiente de dilatación lineal del acero = $12 \cdot 10^{-6} (^\circ \text{C})$
 Coeficiente de dilatación lineal del cobre = $17 \cdot 10^{-6} (^\circ \text{C})$

Módulo de Young del acero = $20 \cdot 10^{10}$ Pa
 Módulo de Young del cobre = $12 \cdot 10^{10}$ Pa

3.- Una pared de $4 \times 3 \text{ m}^2$ de una habitación que da a la calle tiene una ventana de 2 m^2 . El resto es de ladrillos con un grosor de 20 cm y conductividad térmica de $1.5 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$. Está recubierta de una lámina de fibra de vidrio de 3 cm de espesor, y de conductividad térmica $0.09 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$.

El vidrio de la ventana tiene un espesor 1 cm y conductividad térmica $0.8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$. Se supone que sólo hay convección entre la fachada (ladrillo y ventana) y el aire exterior, siendo el coeficiente de convección de $10 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$.

Suponiendo que la temperatura en el exterior sea de 0°C y en el interior de la habitación de 22°C , calcular:

- a) (2 p) El flujo de calor total que atraviesa la pared. $H = 779.45 \text{ kcal/h}$
 b) (1.5 p) La temperatura en la cara exterior de la pared de ladrillo. $T = 8.9^\circ \text{C}$

4.- Dado el circuito de corriente alterna de la Figura 2, en el que la tensión eficaz proporcionada por el generador es de 220 V, la frecuencia es de 50 Hz, el valor de la resistencia es de 100Ω , la autoinducción de la bobina (ideal) es de 0.4 H , y la capacidad del condensador vale $3 \mu \text{F}$, calcular:

- a) (1 p) La intensidad total en el circuito.
 b) (1 p) La intensidad que circula por la bobina.

$$I_{\text{total}} = 1.27 \text{ A}$$

$$I_{\text{bobina}} = 1.43 \text{ A}$$

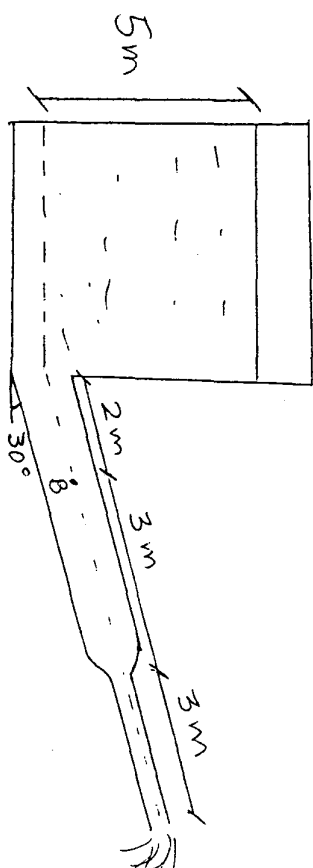


FIGURA 1

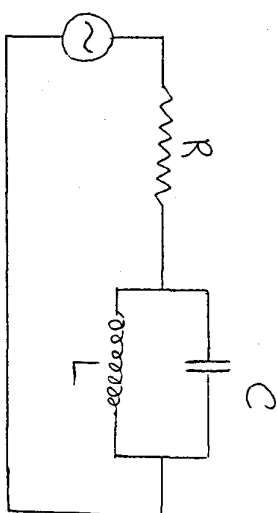


FIGURA 2

Nombre:

DNI:

Grupo:

1. Dos barras de 1 m de largo y 20 cm² de sección, una de acero (coeficiente de dilatación lineal $\alpha = 12 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ y módulo de Young $Y = 2.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$) y otra de latón (coeficiente de dilatación lineal $\alpha = 19 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ y módulo de Young $Y = 1.05 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$) se sueldan una a continuación de la otra y se colocan entre dos paredes rígidas sin que quede ninguna holgura. Calcula (a) la fuerza con que estarán comprimidas las barras después de un incremento de temperatura de 30°C y (b) el desplazamiento del punto de unión de las barras después del mismo incremento de temperatura. (3 puntos)

a) $F = -1.8 \times 10^5 \text{ N}$ compresión

b) desplazamiento = 0.05 mm.

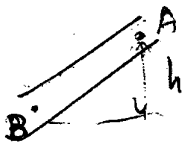
2. Da las unidades en las que se mide el Número de Reynolds en (a) el Sistema Internacional de unidades y (b) el Sistema CGS. (1 punto)

Adimensional

3. Un flujo de agua a 20°C (coeficiente de viscosidad $\eta = 10^{-2}$ poise) asciende por un tubo vertical de sección 5 mm^2 a una velocidad de 1 m/s . Calcula la diferencia de presión entre dos puntos situados a 1 m de distancia. (2 puntos)

$$\Delta p = 148\text{ kPa}$$

4. Un líquido ideal asciende por una tubería inclinada. El flujo es estacionario. Si A es un punto situado por encima de otro B, ¿dónde es mayor la presión, en A o en B? ¿Y si el líquido desciende? (1 punto)



$$p_B > p_A$$

5. Si una lámina de metal que tiene un agujero se dilata, ¿se hace el agujero más grande o más pequeño? (1 punto)

6. Dí si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas razonando la respuesta brevemente. (0,5 puntos cada una)

- La presión siempre se reduce en el interior de un estrechamiento de una conducción horizontal de agua.
- El gasto o caudal no se conserva a lo largo de una conducción por la que fluye un líquido viscoso.
- El coeficiente de dilatación lineal de un sólido es siempre mayor que su coeficiente de dilatación volúmica.
- Durante el cambio de fase de una sustancia la temperatura se mantiene constante aunque se esté suministrando calor.

$$\Delta P_r = \frac{8\pi\eta LG}{S^2}$$

$$N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

EXAMEN FINAL FISICA APLICADA II
Barcelona, 19-6-00

Apellidos
Nombre
Grupo

1.- (0.8 p) En una conducción de agua se ha producido un estrechamiento al haber utilizado una porción de tubería de sección más pequeña que el resto. La presión del agua en la parte estrecha ¿es más grande o más pequeña que en la parte ancha? Razonar la respuesta.

2.- (0.8 p) Una resistencia eléctrica está cediendo calor a un cuerpo aislado térmicamente del entorno. ¿Es posible que su temperatura no cambie? Razonar la respuesta.

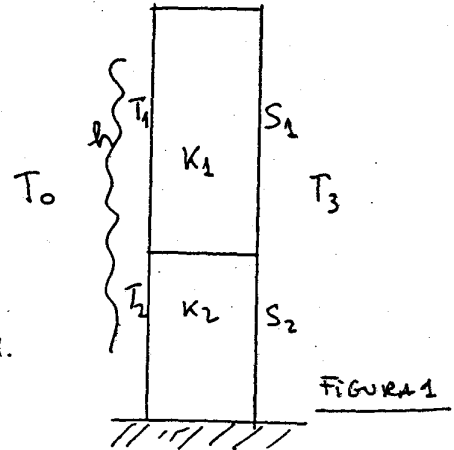
3.- (0.8 p) Explica qué diferencia hay entre conducción y convección como mecanismos de propagación del calor.

3.- (1.6 p) Una barra de acero de 1 m de longitud y 1 cm² de sección se coloca sin holguras entre dos soportes rígidos. Calcula la fuerza de compresión que sufrirá si aumenta su temperatura en 20 °C. Módulo de Young = $21 \cdot 10^{10}$, coeficiente de dilatación lineal = $11 \cdot 10^{-6}$.

4.- Una pared de 30 cm de espesor está compuesta de dos materiales dispuestos en paralelo, según se observa en la Figura 1. El material 1 tiene una conductividad térmica de $6 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ y una sección $S_1 = 12 \text{ m}^2$. El material 2 tiene una conductividad térmica desconocida y presenta una sección $S_2 = 9 \text{ m}^2$. Las dos paredes tienen el mismo coeficiente de convección h con el aire del exterior. No se considera convección entre los dos materiales y el aire del interior. Ambos materiales están aislados térmicamente entre sí.

La temperatura ambiente exterior es $T_0 = 38^\circ\text{C}$;
 la temperatura de la cara exterior de la pared del material 1 es $T_1 = 32^\circ\text{C}$;
 la temperatura de la cara exterior de la pared del material 2 es $T_2 = 29^\circ\text{C}$;
 la temperatura ambiente del interior es $T_3 = 22^\circ\text{C}$.
 Con estos datos, calcular:

a) (1 p) el flujo de calor que atravesará la pared de material 1.



b) (1 p) el coeficiente de convección h .

c) (1 p) el coeficiente de conducción del material 2.

a) (1.5 p) La impedancia total del circuito.

c) (0.5 p) La diferencia de potencial eficaz a que está sometido el condensador.

- 56 -

Examen Física Aplicada II,
31/10/2000

Apellidos
Nombre
Grupo

1.- (4p) Una conducción está constituida por una tubería rectilínea de sección 100 cm^2 y 3 m de longitud unida a otra tubería de 25 cm^2 y 2 m de longitud que desagua al aire libre. El conjunto está inclinado 30° con la horizontal.

a) Un flujo de agua asciende por esta conducción con un caudal de 1 l/s. Calcula la presión manométrica que tiene que ejercer una bomba situada en la parte inferior de la tubería para conseguir este caudal.

b) Se bombea ahora aceite (viscosidad $5 \cdot 10^3$ decapoises, densidad 0.85 g/cm^3) ajustando la presión ejercida por la bomba de forma que ahora el gasto es de 0.1 l/s. Calcular la presión manométrica a un metro del final de la tubería.

2.- (2p) Una barra de 1 m de longitud se somete a una variación de temperatura de 100 K experimentando un aumento en su longitud de 2.5 mm. Del mismo material de esta barra se construye una viga de 10 m de longitud a la que se deja, a 20°C , una junta de dilatación de 1 cm. Calcula la temperatura máxima que podrá soportar la viga sin que se produzcan esfuerzos térmicos.

3.- (1p) Por una tubería de 2 cm de diámetro y 20 m de longitud fluyen 2 litros por segundo de un líquido de densidad 0.85 g/cm^3 y viscosidad $5 \cdot 10^3$ decapoises. Encuentra el número de Reynolds de este flujo y determina si circulará en régimen laminar o turbulento.

4.- (2p) Se introducen 200 g de hielo a -10°C en 500 g de agua contenida en un recipiente de hierro de 200 g de masa. La temperatura final del conjunto es de 5°C . Calcula la temperatura inicial del agua y el recipiente. (DATOS: calor específico del hielo 0.48 cal/gK , calor específico del hierro 0.11 cal/gK ; calor latente de fusión del hielo 79.7 cal/g).

5.- (1p) ¿Por qué el calor específico y el calor latente se expresan en unidades diferentes?

- 1.- (2 p). A través de una tubería cilíndrica vertical de 2 cm de radio, fluye hacia arriba un líquido de densidad 0.9 g/cm^3 . Cuando pasan 3 l/s de líquido por la tubería se mide una diferencia de presión de 69000 Pa entre dos puntos situados a 3 m de distancia. Calculad el coeficiente de viscosidad del líquido.
- 2.- (3 p). Se construye una pared de 10 m^2 con ladrillo macizo de 15 cm de espesor ($k=0.87 \text{ w/m}^\circ\text{C}$), de forma que en un día para el que la temperatura del aire exterior es de 2°C la temperatura en el aire interior es de 25°C . La temperatura de la superficie exterior del ladrillo es de 8°C . Considérese que el coeficiente de convección es el mismo para todas las superficies en contacto con el aire. Calculad: a) El valor del coeficiente de convección. b) El flujo de calor que atraviesa la pared. c) Se quiere reducir el flujo de calor a la mitad añadiendo una capa de un material aislante ($k=0.03 \text{ w/m}^\circ\text{C}$) ¿Qué espesor deberá tener?
- 3.- (2 p). El máximo esfuerzo que puede soportar un cierto material para tener una respuesta elástica lineal es de $2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$. Cuando se coloca una barra de dicho material de 2 m de longitud y 20 cm^2 de sección, entre dos paredes rígidas ¿qué variación de temperatura máxima puede sufrir la barra para que el esfuerzo resultante no supere ese límite? ($Y=10^{11} \text{ Pa}$, $\alpha=10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).
- 4.- (3p). Un circuito conectado a un generador de corriente alterna está formado por una bobina real de resistencia interna $r=20 \Omega$ y reactancia inductiva $X_L=100 \Omega$, conectada en paralelo con un condensador de reactancia capacitativa $X_C=200 \Omega$. En estas condiciones a través de la bobina pasa una intensidad de 0.5 A. Calculad: a) El voltaje que se ha aplicado al circuito. b) La intensidad total. c) La intensidad que pasa por el condensador. d) La potencia disipada en la bobina. e) La potencia total disipada.

1.- (3p) Una barra de acero de 30 cm de longitud y una barra de cobre de 45 cm de longitud, ambas de 4 cm de radio, se encuentran colocadas una a continuación de la otra entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial. La temperatura del conjunto se eleva 40°C. Calcula el valor de la fuerza que soporta cada una de las barras. (Datos: $\alpha_{\text{acero}}=12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, $\alpha_{\text{cobre}}=17 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, $Y_{\text{acero}}=20 \cdot 10^{10} \text{Pa}$, $Y_{\text{cobre}}=12 \cdot 10^{10} \text{Pa}$).

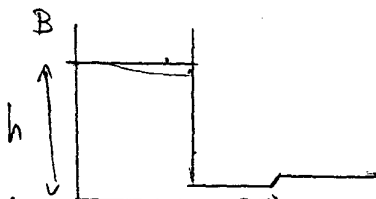
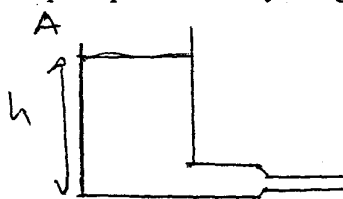
$$F = -430847 \text{ N}$$

2.- (1p) ¿Cuál es la diferencia entre temperatura y calor?

3.- (2p) Los sedimentos depositados en una tubería horizontal de conducción de agua hace que la sección disminuya hasta un valor final del 80% de la sección original. Calcula la variación de presión que se produce en la zona donde existen sedimentos con respecto a la que permanece limpia de ellos, si en la zona limpia el agua circulaba a 2 m/s.

$$\Delta p = 1125 \text{ Pa}$$

4.- (2p) El depósito de grandes dimensiones A (ver figura) descarga al aire a profundidad h a través de una tubería que tiene dos tramos de igual longitud, de forma que el **primer tramo** tiene el **doble de sección** que el segundo. El depósito B es idéntico al anterior, salvo que en éste los dos tramos de la tubería están intercambiados, de forma que ahora es el **segundo tramo** el que tiene el **doble de sección** que el primero. El líquido de los depósitos tiene una viscosidad despreciable. a) ¿En qué depósito el líquido saldrá por el **final de la tubería** (segundo tramo) a mayor **velocidad**? b) ¿En qué depósito será mayor el **gasto**?



$$a) v_A = v_B$$

$$b) G_A < G_B$$

5.- (2p) Un recipiente aislado de aluminio de 4 kg contiene 20 litros de agua a 15°C. Se introduce en el mismo recipiente un bloque de hielo de 5 kg a 0°C. ¿Qué cantidad de hielo quedará en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio? (Datos: calor específico del aluminio 0.212 kCal/kgK, calor latente del hielo 79.7 kCal/kg)

$$m = 1.08 \text{ kg}$$

$$\Delta p \eta = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_A = R = \frac{\rho v d}{\eta}$$

1.- (3p) Se construye una pared de 10 m^2 con ladrillo macizo de 30 cm de espesor ($k_L=0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) y una capa aislante (en la parte interior de la vivienda) con fibra de vidrio de 5 cm de espesor ($k_r=0.04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$), de forma que en un día para el que la temperatura de la superficie exterior de la pared es de 35°C la temperatura de la superficie interior es de 25°C . Calcula a) El flujo de calor que atraviesa la pared. b) La temperatura de la superficie de contacto entre el ladrillo y el aislante.

a) $\dot{Q} = 6154 \text{ W}$ b) $T = 32.7^\circ\text{C}$

2.- (1p) Razonar si es posible que un cuerpo pueda absorber calor sin presentar ninguna variación de temperatura.

3.- (2p) Un depósito de grandes dimensiones contiene un líquido de densidad 0.80 g/cm^3 y viscosidad 2 poises . El depósito descarga a la atmósfera a través de una tubería horizontal de 100 m de longitud y 3 cm de diámetro situada 5 m por debajo del nivel del líquido en el depósito. Calcula el gasto realizado (volumen de líquido descargado por unidad de tiempo). Considérese el efecto de la viscosidad únicamente en el tubo.

$G = 0.039 \text{ l/s}$

4.- (2p) Dos grandes depósitos de agua idénticos, de iguales dimensiones, con el mismo nivel de agua, y situados a la misma altura, desaguan en tuberías del mismo diámetro e igual longitud. Ambos tubos de salida experimentan un estrechamiento de su sección a la mitad de la inicial a la misma distancia de la salida del depósito, y ambos tubos estrechos desembocan al aire con la misma longitud. Sin embargo la salida del tubo del primer depósito (A) está a una altura el doble que la del segundo depósito (B), medidas desde el fondo de los depósitos.

a) Decir y razonar en qué depósito la velocidad de salida será mayor por el extremo al aire libre. b) Obtener una expresión que relacione las dos velocidades de salida.

a) $v_A < v_B$ b) $v_B^2 = v_A^2 + 2gh$

5.- (2p) Un coche tiene un depósito de gasolina de acero de 60 l de capacidad lleno a 10°C . Cuando se acerca el coche al sol a 35°C ¿cuánta gasolina se derramará? (coeficientes de dilatación lineal del acero = $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, coeficiente de dilatación cúbica de la gasolina = $97 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

Se derraman 0.09 l

EXAMEN DE FISICA APLICADA II
Barcelona 19/6/2001

Apellidos.....
Nombre..... Grupo.....

1.- (2p) De un surtidor mana agua a razón de 5 l/s. El surtidor corresponde al final de una tubería vertical de 10 m de altura. El agua se inyecta por su parte inferior a una presión manométrica de $2 \cdot 10^5$ Pa. La sección de la parte final de la tubería es la mitad que la sección inicial. Calcúlese la velocidad de salida en el extremo abierto a la atmósfera. Despréciase la viscosidad.

$$v = 16.49 \text{ m/s}$$

2.- (2.5p) Un circuito de corriente alterna consta de una bobina (ideal) y una resistencia de 100Ω conectados en paralelo a un generador de voltaje eficaz 220 V y 50 Hz. La intensidad eficaz que circula por el circuito es de 4 A. Calcúlese el coeficiente de autoinducción de la bobina.

$$L = 0.21 \text{ H}$$

3.- (1p) Un depósito de acero (coeficiente de dilatación lineal $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$) tiene 4 litros de capacidad cuando la temperatura es de 15°C . Calcúlese en cuánto aumenta su volumen cuando el valor de la temperatura sube hasta 45°C .

$$\Delta V = 3'96 \text{ cm}^3$$

4.- (1p) Cuando se hace funcionar largo tiempo la calefacción en un recinto cerrado, se dice que el aire se reseca. ¿Por qué? ¿Significa esto que haya disminuido la cantidad de vapor de agua del aire del recinto?

5.- (1p) Por una tubería de 10 m de longitud y 2 cm de diámetro fluye agua a 50 cm/s. Averíguese si el flujo será laminar o turbulento. (Densidad del agua: 1 g/cm^3 , viscosidad: 1 centipoise).

$$N_R = 10.000 \rightarrow \text{Turbulento}$$

6.- (2.5p) Una pared de ladrillo de 15 cm de grosor y 9 m^2 de superficie separa dos habitaciones cuyas temperaturas ambiente son 10°C y 30°C . El coeficiente de conducción del ladrillo es $1.7 \cdot 10^{-4} \text{ KCal/smK}$ y el coeficiente de convección en ambas caras de la pared es $3 \cdot 10^{-3} \text{ KCal/sm}^2\text{K}$. Averíguese a) El flujo de calor; b) Las temperaturas en ambas caras de la pared.

$$a) H = 0'116$$

$$b) T_1 = 25'7^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 14'3^\circ\text{C}$$

1.- (3p) Una barra de 2m de longitud de un determinado material ($Y=2 \cdot 10^{11}$ Pa) experimenta un aumento de 1.6 mm en su longitud cuando la temperatura aumenta 40°K. Si se coloca a 20°C entre dos soportes rígidos sin sufrir ningún esfuerzo, calculad la temperatura máxima a que puede ser sometida si el máximo esfuerzo que puede soportar es de $2 \cdot 10^8$ Pa.

2.- (2p) Un recipiente de metal de 20 l de capacidad aumenta 30 cm³ cuando se incrementa 50°C la temperatura. Calcular el coeficiente de dilatación lineal del material.

3.- (2p) Un líquido viscoso de densidad 0,93 g/cm³ y viscosidad 174 centipoise fluye a través de una tubería cilíndrica de diámetro 10 cm a una velocidad de 1,5 m/s. El régimen, ¿es laminar o turbulento? Si la tubería forma un ángulo de 30° con la horizontal y el líquido asciende por ella, ¿cuál es la pérdida de presión entre dos puntos de la tubería separados 5 m?

4.- (3p) Un depósito de agua, de grandes dimensiones, abastece una vivienda colocada 20m por debajo del suelo del depósito. Se conecta al fondo del depósito una tubería de 10m de longitud y 25cm² que termina en otra de 30m de longitud y 12cm² sección unida a la vivienda. Ambas tuberías presentan una inclinación de 30° con la horizontal. En el punto medio de la tubería ancha se mide una presión manométrica de 0.65 atmosferas. Calculad:

- La altura del nivel de agua en el depósito para que a la vivienda se suministren 20 l/s de agua.
- La presión con la que llega el agua a la vivienda.

Escuela Universitaria Politécnica de Barcelona
Departamento de Física Aplicada

Apellidos.....
Nombre.....
Grupo.....

Examen de Física Aplicada II Barcelona 18-1-2002

1.- (3p) La pared de una habitación está formada por dos partes, una inferior de hormigón ($k=1.4 \text{ Kcal/h m } ^\circ\text{C}$) de 5 m^2 de superficie y 30 cm de espesor y otra superior de ladrillos ($k=0.75 \text{ Kcal/h m } ^\circ\text{C}$) de 4 m^2 de superficie y 20 cm de espesor. El coeficiente de convección para todas las superficies en contacto con el aire es de $10 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Cuando el aire exterior se encuentra a $5 \text{ } ^\circ\text{C}$ la temperatura de la superficie interior del hormigón es de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Calculad:

- a) El calor que por unidad de tiempo pasa a través de la pared.
- b) La temperatura del aire interior.

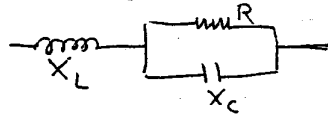
2.- (1p) Se coloca un bloque de 4 Kg de aluminio ($c=0.212 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$) a $80 \text{ } ^\circ\text{C}$ sobre un gran bloque de hielo a $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($c=0.48 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$, $L_f=79.7 \text{ cal/g}$). ¿Cuánto hielo se fundirá?

3.- (1p) a) Razonar si en una conducción de agua se puede tener una presión negativa. ¿Y una presión manométrica negativa? b) Razonar si las respuestas al apartado anterior cambiarían si se tratara de un líquido con viscosidad.

4.- (2p) Un líquido de densidad 0.85 g/m^3 y viscosidad 200 centipoises, baja con una velocidad de 2 m/s por una tubería de 5 cm de diámetro inclinada 30° con la horizontal. Calculad la diferencia de presión entre dos puntos separados 2 m en la tubería indicando en qué punto será mayor la presión ($N_R = \frac{\rho v d}{\eta}$ y $\Delta P_r = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$)

5.- (3p) Un circuito de corriente alterna está constituido por una autoinducción, con una reactancia de 150Ω , una resistencia de 100Ω y un condensador cuya reactancia es de 125Ω . El condensador y la resistencia están asociados en paralelo y el conjunto en serie con la autoinducción. Si al circuito se le aplica una tensión eficaz de 220 V, calculad:

- La impedancia total del circuito.
- La intensidad total.
- La potencia consumida por el circuito.



1.- Un gran depósito de agua abierto a la atmósfera descarga a través de una conducción situada a 5 m de profundidad. El primer tramo de esta conducción es horizontal, tiene 10 cm² de sección y 20 m de longitud. A continuación, el segundo tramo de la conducción baja con una inclinación de 30°, tiene 5 cm² de sección y 10 m de longitud, y finaliza en una conexión a la red de distribución. La presión manométrica en esta última conexión es de 8.10⁴ Pa. Calcula

a) El gasto producido.

$$G = 3 \text{ l/s}$$

b) La presión manométrica en el primer tramo de la conducción.

$$P_m = 44500 \text{ Pa}$$

2.- Se mantiene un flujo de 10 l/s de un líquido de densidad 0.75 g/cm³ y viscosidad 250 centipoises por una tubería cilíndrica de 4 cm de diámetro y 50 m de longitud que descarga al aire. Calcula el número de Reynolds del flujo y deduce si será laminar o turbulento.

$$R = 955 \text{ laminar}$$

3.- Los dos grandes depósitos de la Figura contienen agua (de viscosidad despreciable) hasta la misma altura h , están abiertos a la atmósfera, y descargan también a la atmósfera a través de sendas conducciones horizontales (ver Figura). ¿En cuál de los dos casos la velocidad de salida del agua será mayor? ¿En cuál será mayor el gasto?

$$v_A = v_B$$

$$G_B < G_A$$

4.- Una barra de acero de 2 m de longitud y 200 cm² de sección transversal está soldada a otra del mismo material, de 1 m de longitud y 500 cm² de sección. Los extremos del conjunto están rígidamente soldados a dos soportes indeformables, de forma que no presentan esfuerzos a 20°C. ¿Qué fuerza soportará la barra de 2 m cuando la temperatura baje a 5°C? ($\gamma_{\text{acero}} = 20 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$, $\alpha_{\text{acero}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

$$F = 910^5 \text{ N tracción}$$

5.- Decidir si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Razonar las respuestas.

- La temperatura absoluta de un cuerpo no puede ser negativa.

- Un incremento de temperatura de 27°C equivale a un incremento de 300 K

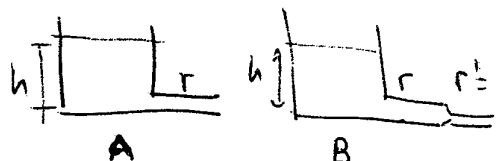
- La temperatura es una forma de energía de tipo térmico.

- Es posible que un cuerpo pueda absorber calor sin presentar ninguna variación de temperatura.

- Dos cuerpos están en equilibrio térmico si tienen la misma energía interna.

$$\Delta p \eta = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$R = \frac{P \phi v}{\eta}$$



EXAMEN FISICA APLICADA II
3 de Junio 2002

Apellidos
Nombre..... Grupo.....

1.- (1p) Un depósito de agua esférico de acero inoxidable tiene un diámetro de 60 cm a temperatura ambiente. Si se incrementa la temperatura del agua en 50°C, ¿cuál será el incremento de volumen del depósito? Coeficiente de dilatación térmica lineal del acero inoxidable $\alpha = 16.4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$. Volumen de la esfera: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

1

2.- (2p) Un recipiente aislado de aluminio de 8 kg contiene 40 litros de agua a 12°C. Se introduce en el mismo recipiente un bloque de hielo de 8 kg a 0°C. ¿Qué cantidad de hielo quedará en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio? (Datos: calor específico del aluminio 0.212 kCal/kgK, calor latente del hielo 79.7 kCal/kg)

3.- (3p) Una pared de ladrillo, de 10 m² de superficie y 30 cm de espesor, separa una habitación del exterior. La pared está recubierta por el exterior con un novedoso material aislante de tipo cerámico. El coeficiente de conducción del ladrillo es de 1.8 kcal/hm°C, y el del aislante es de 0.08 kcal/hm°C. Sólo se considera convección en el interior de la habitación, con coeficiente de convección 12 kcal/hm²°C. En invierno, cuando la temperatura en el exterior es de -5°C y la temperatura en la habitación se mantiene a 24°C, se mide en la superficie del ladrillo una temperatura de 20°C. Calcula el espesor que tiene la capa de aislante.

4.- (2p) Un flujo de agua a 20°C (coeficiente de viscosidad 10^{-3} dapoise) asciende a 20 cm/s por un tubo vertical de sección 5 mm². Calcular la diferencia de presión entre dos puntos situados a 1 m de distancia.

5.- (2p) Un circuito de corriente alterna de frecuencia 50 Hz y voltaje eficaz 220 V está formado por una bobina real de autoinducción $L = 1/\pi$ H y resistencia interna $r = 80 \Omega$ conectada en paralelo con una resistencia $R = 200 \Omega$. Calcula la intensidad total del circuito y su desfase con el voltaje.

1. (1.5 puntos) Un recipiente cerrado contiene mercurio y aire comprimido a una presión manométrica de 0.2 atm. Se introduce un tubo capilar de vidrio de radio 0.1 mm, cerrado por arriba y con el vacío en el interior, mientras que el extremo inferior se sumerge en el mercurio. Calcular la altura de la columna de mercurio en el interior del tubo capilar. Densidad del mercurio: 13.6 g/cm³. Tensión superficial del mercurio: 465 dyn/cm. Ángulo de contacto mercurio-vidrio: 140°. 1 atm = 1.0133·10⁵ Pa. 1N = 10⁵ dyn.

$$h = 85.9 \text{ cm}$$

2. (1 p) Sabemos que por una tubería horizontal circula un líquido viscoso, pero no sabemos cuál es el sentido del avance del líquido en el interior. Midiendo la presión en dos puntos separados un metro, ¿podremos averiguarlo? ¿Y si el líquido fuese ideal? Razona las respuestas.

3. (1 p) Tenemos un recipiente cúbico hecho de un material con un coeficiente lineal de dilatación térmico $\alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Las paredes del recipiente tienen un grosor de 2 mm, y el volumen útil es de 0.2 m³. ¿Cuál será el nuevo volumen (útil) si se produce un incremento de temperatura de 56 K?

$$V' = 200.84 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

4. (1.5 p) Se introduce un bloque de hielo a -10 °C en un recipiente aislado que contiene 2 litros de agua a 50 °C. Despreciando el intercambio de calor con el recipiente, calcular la masa de hielo que hay que introducir para que el sistema final sea agua a 5°C. Utilizar como calor específico del hielo: 0.5 cal/g°C, calor latente del hielo: 80 cal/g.

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta p_r = \Delta p_\eta = \frac{8\eta L G}{\pi r^4} ; \quad \Delta p_c = \frac{2\sigma \cos\varphi}{R} \quad - 68 -$$

5. (2.5 p) Una barra de acero de 2 m de longitud está soldada por un extremo a una de aluminio de 1.4 m. El conjunto está rígidamente unido a dos paredes sin sufrir ningún esfuerzo. Calcular la fuerza que soporta la barra de acero y la variación de longitud que experimenta cuando la temperatura disminuye 50 °C. Datos del acero: coeficiente de dilatación lineal = $12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, módulo de Young = $2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$. Datos del aluminio: coeficiente de dilatación lineal = $24 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, módulo de Young = $7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$.

$$F_a = +86400 \text{ N}$$

$$\Delta l_a = -0.24 \text{ mm}$$

6. (2.5 p) Un depósito de agua de grandes dimensiones está cerrado a la atmósfera y contiene agua hasta un nivel de 2 m por encima del fondo, y aire comprimido en su parte superior. Del fondo del depósito sale una tubería inclinada 30° respecto a la horizontal, en sentido descendente, de 40 cm^2 de sección y 2 m de longitud, que desemboca en otra de radio mitad. La presión manométrica medida en la tubería estrecha a 1 m del punto de unión con la tubería ancha es de 0.5 atm. a) Calculad la presión manométrica a la que se encuentra el aire comprimido en el depósito para que el caudal a través de la tubería sea de 10 l/s. b) En estas condiciones, calculad la presión en el punto medio de la tubería ancha.

$$a) P_m = 66365 \text{ Pa}$$

$$b) P_{\text{punto medio}} = 189070 \text{ Pa}$$

1.- Una pared de 10 m^2 de superficie separa el interior de una habitación del exterior. Está compuesta por dos capas, una de obra de 15 cm de espesor que da al interior, y otra exterior, de un material aislante, de 2.5 cm de espesor y coeficiente de conductividad térmica $K = 0.10 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$. La temperatura del aire en el interior de la habitación es de 22°C , la del exterior es de 7°C , y la de la superficie de la pared de obra (en contacto con el aire interior) es de 19°C . Considerando que el coeficiente de convección es de $10 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$ en todas las superficies, calculad:

- a) (1.5 puntos) La cantidad de calor que por unidad de tiempo atraviesa la pared. $H = 300 \text{ kcal/h}$
 b) (1 p) La temperatura de la superficie de separación entre las dos capas. $T = 10^\circ\text{C}$
 c) (1 p) El coeficiente de conductividad térmica del material del que está hecha la capa de obra. $K = 3 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$

2.- (2.5 p) En una chapa de madera, los remaches de hierro que la fijan ocupan un 10% de su superficie total. El coeficiente de conductividad térmica de la madera es $K_1 = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/m s } ^\circ\text{C}$ y el del hierro es $K_2 = 1.1 \cdot 10^{-2} \text{ kcal/m s } ^\circ\text{C}$. Si las temperaturas de ambas caras del sistema son T_1 y T_2 , y el espesor L , determinar qué fracción del flujo de calor atravesará cada uno de los dos materiales de que está compuesto el conjunto.

$$H_{Fe} = 97.6\% \quad H_{m} = 2.4\%$$

3.- Un circuito de corriente alterna está formado por 3 bobinas reales iguales, dispuestas según el esquema de la figura, de autoinducción $L = 1/\pi \text{ H}$ y resistencia interna $r = 100 \Omega$. La intensidad eficaz que circula por la rama superior del conjunto en paralelo es de 1 A , y la frecuencia de la corriente es de 50 Hz . Calcular:

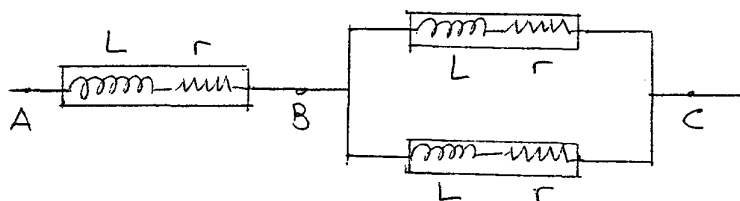
- a) (1 p) La diferencia de potencial entre los puntos B y C.
 b) (1.5 p) La diferencia de potencial entre los puntos A y C.
 c) (0.5 p) La potencia consumida por el sistema.
 d) (1 p) Corregir el factor de potencia.

$$V_{BC} = 141.42 \text{ V}$$

$$V_{AC} = 424.26 \text{ V}$$

$$P = 600 \text{ W}$$

$$C = 10.6 \mu\text{F}$$



1^{er} PARCIAL FÍSICA APLICADA

1.- Un depósito de grandes dimensiones está abierto a la atmósfera. El nivel de agua se mantiene a 5 m, y, en el fondo, el líquido comunica con una tubería horizontal, de 20 m de longitud y 10 cm² de sección, la cual se estrecha a continuación hasta una sección de 5 cm², inclinándose 30° hacia abajo. A una distancia de 10 m del inicio del estrechamiento, la presión manométrica es de $8 \cdot 10^4$ Pa. Calculad:

- a) (2p) Los litros de agua que pasan cada segundo a través de la tubería.
b) (2p) La presión manométrica en el punto medio de la tubería ancha.

$$Q = 3 \text{ l/s}$$

$$P_m = 44500 \text{ Pa}$$

3.- (3 p) Un cubo de 30 cm de arista se contrae 48.6 cm³ cuando la temperatura disminuye 40 K. Una barra de 2 m de longitud del mismo material que el cubo se coloca rígidamente unida a dos soportes sin soportar ninguna fuerza. Calculad la máxima variación de temperatura a la que puede estar sometida para que los esfuerzos no superen su límite elástico, siendo éste de $2 \cdot 10^8$ Pa. ($Y = 10^{11}$ Pa).

$$\Delta T_{\text{max}} = \pm 133.3^\circ \text{K}$$

4.- (3 p) Un trozo de 300 g de cobre se calienta en un horno y se deja caer en el interior de un calorímetro de aluminio de 500 gr que contiene 300 g de agua a 15° C. Simultáneamente se añade un pedazo de hielo de 200 g a -10° C. Cuando se alcanza el equilibrio térmico la temperatura del agua es de 20° C, ¿hasta qué temperatura se calentó el cobre?

$$T = 83.7^\circ \text{C}$$

Calores específicos: $c_{\text{Cu}} = 0.094$ kcal/kg K; $c_{\text{Al}} = 0.212$ kcal/kg K; $c_{\text{hielo}} = 0.5$ kcal/kgK. Calor latente de fusión del hielo = 80 kcal/kg.

$$\Delta P_\eta = \Delta P_r = \frac{8\eta LG}{\pi r^4} ; \quad N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

T

1. (4 puntos) El depósito abierto de la Figura 1 contiene agua. Sobre la pared inclinada un ángulo α respecto a la horizontal, tal que $\sin \alpha = 0.8$, se encuentra una compuerta rectangular ABCD. La base, CD, mide 2 m de longitud, y la altura, AC, 3 m. La compuerta se mantiene cerrada con tuercas en A, B, C y D. En el fondo del depósito hay una válvula de vaciado, M, que está cerrada. Calculad:

- a) (1p) La presión manométrica sobre la válvula M. $P_M = 62720 \text{ Pa}$
 b) (1p) La fuerza que hace el agua sobre la compuerta. $F = 188160 \text{ N}$
 c) (1p) La profundidad a la que se encuentra el centro de empuje (centro de presiones) de la fuerza que hace el agua sobre la compuerta. $h_E = 3'95 \text{ m}$
 d) (1p) La fuerza perpendicular a la compuerta que soporta cada tuerca. $F_A = F_B = 41082 \text{ N}$
 $F_C = F_D = 58000 \text{ N}$

2. (1p) Un tubo capilar recto y abierto por los dos extremos se introduce parcialmente y de forma vertical en el líquido contenido en un recipiente abierto a la atmósfera. Si el tubo no toca el fondo del recipiente, ¿es posible que el líquido en el tubo capilar esté al mismo nivel que el líquido del recipiente?. Razonar la respuesta.

3. (4p) Un depósito de grandes dimensiones, cerrado y con aire comprimido en su parte superior, contiene agua hasta 5 m por encima de su fondo. El depósito desagüa por su fondo mediante una tubería horizontal de 20 cm^2 de sección, que continúa con otra tubería de sección mitad inclinada 30° , que se abre a la atmósfera, tal como indica la Figura 2. En el punto medio de la tubería horizontal se mide una presión de 188450 Pa , cuando a través de ella circulan 10 l/s de agua. Calculad:

- a) (2p) La presión manométrica a la que se encuentra el aire comprimido en el depósito, expresado en atmósferas. $P_M = 0'5 \text{ atm}$
 b) (2p) La longitud de la tubería estrecha. $L = 10'16 \text{ m}$

4. (1p) Por una tubería vertical de 9 cm^2 de sección desciende aceite de densidad 0.9 g/cm^3 y viscosidad 200 centipoises. Entre dos puntos separados 3 m se mide una diferencia de presión de 0.25 atm . Calculad la velocidad con la que circula el aceite. $v = 8'1 \text{ m/s}$

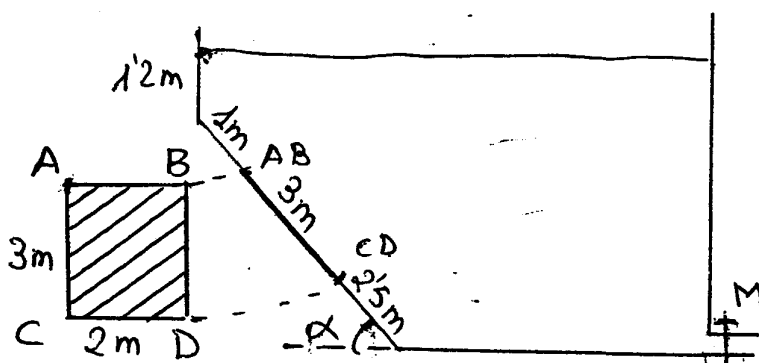
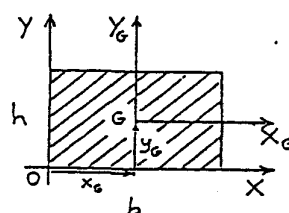


Figura 1

$$\sin \alpha = 0.8$$



$$I_x = \frac{1}{3} b h^3$$

$$I_y = \frac{1}{3} h b^3$$

$$I_{x_G} = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_{y_G} = \frac{1}{12} h b^3$$

$$y_E = \frac{I_x}{y_G S}$$

$$h = \frac{2\sigma \cos \varphi}{\rho g R}$$

$$N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

$$\Delta p_f = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

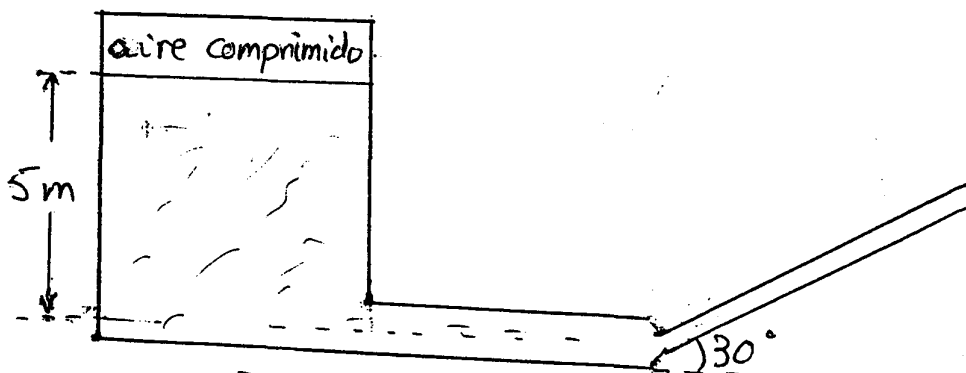


Figura 2

Recuperación del primer parcial

1.- (4 puntos) El depósito abierto de la Figura 1 contiene agua dulce. Sobre la pared plana e inclinada 30° hay una compuerta rectangular ABCD, de altura AC, 2 m y base, CD, 1.8 m. El lado superior de la compuerta se encuentra a 4 m de profundidad. La compuerta se mantiene cerrada con tuercas en A, B, C y D. Calcular:

- (1p) La fuerza que ejerce el agua sobre la compuerta. $F = 158760 \text{ N}$
- (1p) La distancia, medida sobre la compuerta, que hay entre el lado superior de la compuerta y el centro de empuje (centro de presiones). $d = 1.037 \text{ m}$
- (1p) La presión manométrica en el lado inferior de la compuerta. $P_m = 49.00 \text{ Pa}$
- (1p) Razonad si las cuatro tuercas soportan la misma fuerza perpendicular.

2.- (1p) Si la densidad relativa del acero es 7.8 y la del agua de mar 1.03 ¿por qué no se hunde un barco de acero?. Razonad la respuesta.

3.- (4 p) Por el tubo horizontal de la Figura 2 circula agua a razón de 324 litros por minuto. Si tiene una sección transversal de 36 cm^2 en las partes anchas y 9 cm^2 en la parte estrecha, calculad:

- (1p) Las velocidades en la parte ancha y en la estrecha del tubo. $v_1 = 1.5 \text{ m/s}$; $v_2 = 6 \text{ m/s}$
- (1p) La diferencia de presiones entre ambas partes. $\Delta p = 16875 \text{ Pa}$
- (1p) La diferencia de alturas de los niveles en los tubos verticales abiertos. $\Delta h = 1.72 \text{ m}$
- (1p) Razonad si es posible conocer el sentido de circulación del agua en el tubo.

4.- (1p) ¿Qué indica el número de Reynolds?

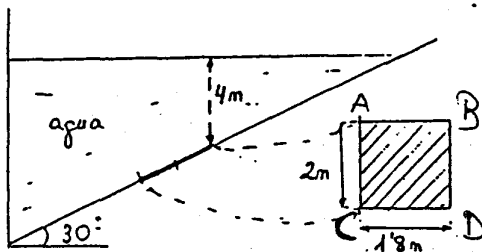


Fig. 1

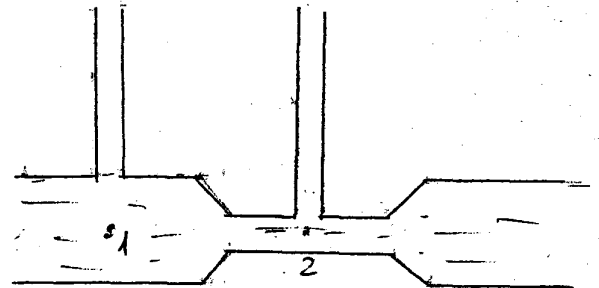
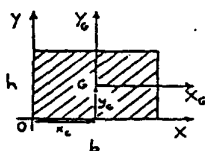


Fig. 2

Rectangle (de costats b i h)



$$I_x = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} h b^3$$

$$I_{x_c} = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_{y_c} = \frac{1}{12} h b^3$$

$$y_E = \frac{I_x}{y_G S}$$

$$\Delta p = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_R = \frac{\rho \phi v}{\eta}$$

1.-(3.5 puntos) En una placa rectangular de acero de masa 400 g se realizan orificios circulares. Se calienta hasta que alcanza una temperatura de 90 °C y sobre ella se coloca un pedazo de hielo de 200 g a -6 °C. En la situación final hay agua y hielo en contacto. Admitiendo que sólo hay intercambio de calor entre la placa y el hielo, determinad:

- a) (0.5p) La temperatura de equilibrio. $T = 0^{\circ}\text{C}$
b) (1.5p) La masa de hielo que se funde. $m = 42\text{g}$
c) (1p) La variación del diámetro de un orificio, al pasar a la temperatura de equilibrio, si a 90 °C era de 18 mm. $\Delta\phi = 19.44 \cdot 10^{-3}\text{ mm}$

Si se hubiera soldado el contorno de la placa a una cubeta rígida y aislante a 90 °C y se hubiera alcanzado la misma temperatura final.

- d) (0.5p) Razonad si se origina algún esfuerzo de origen térmico, entre la placa y la cubeta, en el proceso. *Esfuerzos de Tracción*

(Datos: calor específico del acero=0.11 cal/g·°C, calor específico del hielo: 0.50 cal/g·°C; calor de fusión del hielo= 80 cal/g; coeficiente de dilatación lineal del acero = $12 \cdot 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$).

2.-(4p) Una pared de 7.5 m² forma parte de la fachada de una vivienda. Está formada por dos capas. La primera, de 30 cm de espesor, es de hormigón con un coeficiente de conducción térmica de 0.8 W/K·m. La segunda, de 2.7 cm de espesor, es de un material aislante con coeficiente de conducción térmica 0.04 W/K·m. La temperatura del aire del interior de la vivienda es de 17.5 °C, siendo las de las superficies de hormigón de 16 °C (en contacto con el aire interior) y 7 °C (en contacto con el aislante). Suponiendo que el coeficiente de convección es el mismo en todas las superficies, calculad:

- a) (1p) La cantidad de calor que por unidad de tiempo pasa a través de la pared. $H = 180\text{ W}$
b) (1p) La temperatura de la superficie exterior de la fachada. $T = -9.2^{\circ}\text{C}$
c) (1p) El coeficiente de convección. $h = 16\text{ W}/^{\circ}\text{C m}^2$
d) (1p) La distancia, medida desde la superficie exterior del aislante, a la cual la temperatura es de 0 °C. $d = 1.53\text{ cm}$

3.-(2.5p) Un circuito está formado por una resistencia de 15 Ω unida en serie con un condensador de 2 μF y con una bobina real (resistencia no despreciable). Si se aplica al conjunto una señal alterna de 220 V y 50 Hz, calculad:

- a) (1 p) El coeficiente de autoinducción de la bobina para que el voltaje y la intensidad estén en fase. $L = 5.07\text{ H}$
b) (1 p) En este caso, el valor de la resistencia de la bobina para que la intensidad a través del circuito sea de 3 A. $R = 58.33$
c) (0.5p) El desfase entre la intensidad y el voltaje en la bobina. $\phi_B = 88^{\circ}$